

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE SISTEMAS

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

TEMA:
PROPUESTA DE UN MODELO DINÁMICO DE SISTEMAS PARA EL
ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE VICUÑAS

AUTOR:
MAURICIO EDUARDO CUADRADO CLAVIJO

DIRECTOR:
FRANCISCO RODRÍGUEZ CLAVIJO

Quito, 24 de febrero de 2017

Dedicatoria

Con todo mi afecto y cariño para mis queridos padres, Fausto Cuadrado y Lupe Clavijo, que supieron mostrar el valor de la educación a través de sus valores y virtudes, jamás olvidaré todas sus buenas enseñanzas y prometo que perdurarán en mi memoria.

“Tu tiempo es limitado, de modo que no lo malgastes viviendo la vida de alguien distinto. No quedes atrapado en el dogma, que es vivir como otros piensan que deberías vivir. No dejes que los ruidos de las opiniones de los demás acallen tu propia voz interior. Y, lo que es más importante, ten el coraje para hacer lo que te dicen tu corazón y tu intuición.”

Steve Jobs

Agradecimientos

Creo que la simple charla y el cambio de ideas también pueden influenciar en el corazón de las personas, por eso y por muchas otras cosas más, una eterna gratitud sin medida a mis profesores, amigos y familiares debido a sus constantes consejos, opiniones y experiencia supieron guiarme para esta nueva etapa que viene en mi vida.

Para ustedes con mucho cariño espero lo disfruten y sea objeto de motivación en nuevas ideas, para crear emprendimiento en nuestro bello país.

Resumen

El modelo a realizar es un recurso tecnológico de simulación y predicción, aplicado hacia un ecosistema real. Se presentarán una gran serie de variables las cuales van a ser analizadas y a medida que cambien pueden generar diferentes resultados.

Con este recurso podemos mejorar el análisis de la toma de decisiones, acerca de cómo el mercado en una industria textil tiene mejores ventajas competitivas, en este caso generado por la conservación y preservación de camélidos en reservas.

Igualmente debemos preguntarnos, es posible que pueda mejorar en los próximos años nuestra competitividad como industria textil usando la lana de camélidos. Podemos pensar a futuro en una posible organización que utilizando la tecnología nos coloque en una buena competencia a nivel regional con nuestros países vecinos.

En este modelo se utilizará el análisis de cifras recolectadas en artículos, libros, reportes, noticias e información de la página del Ministerio de Agricultura. Con la finalidad de realizar diagramas de flujo, que se relacionan a través de funciones, las cuales generarán tablas, gráficas y una serie de información toda cuantificable, con lo cual se generan datos estructurados útiles para organismos asociados a la preservación ambiental del ecosistema.

El uso de una diversidad de factores entre los cuales está la vegetación, la extensión o área de la reserva de Chimborazo como ejemplo para modelar, mortalidad tanto de la vicuña como de un depredador, como medio de control en una situación de sobrepoblación, el tiempo a simular y considerar factores externos, comunidades aledañas, inversiones económicas, cotización extranjera, entre otros. Y al final proponer

conclusiones y recomendaciones acerca de la viabilidad del presente emprendimiento que según noticias actuales ya se está realizando.

Tabla de contenido

Introducción.....	9
Exposición de razones que motivaron el estudio	9
Planteamiento sintético del problema	10
Sistematización del problema	10
Objetivo general.....	11
Objetivos específicos	11
Exposición del procedimiento técnico	11
Capítulo 1	12
1.1 Información sobre camélidos en Ecuador.....	12
1.2 Historia sobre camélidos.....	12
1.3 Características sobre camélidos	13
1.4 Propuesta para camélidos en reservas.....	14
1.5 Estado actual del mercado textil derivado de camélidos	16
Capítulo 2	18
2.1 Marco teórico y conceptual.....	18
2.1.1 Antecedente o marco referencial	18
2.2 Información y datos referencias sobre camélidos	19
2.3 Población de alpacas en los principales países productores	22
2.4 Cuadro comparativo de herramientas para la simulación de modelos.....	24

2.5 Herramienta de tecnología a utilizar: Vensim	25
2.5.1 Modelos del mundo real	25
2.5.2 Los modelos integrados que vienen con Vensim	26
2.6 Redacción de la problemática hipotética a resolver	27
2.7 Ecuaciones del modelo	28
Capítulo 3	34
3.1 Modelo dinámico de sistemas	34
3.1.1 Configuraciones iniciales	34
3.1.2 Diseño del modelo	35
3.1.3 Edición de ecuaciones	39
3.1.4 Corrección del modelo y unidades	51
Capítulo 4	52
4.1 Simulación 1 relación entre pasto y vicuñas	52
4.2 Simulación 2 control natural sobre el crecimiento exponencial	54
4.3 Simulación 3 aumento de producción de vicuñas que mejore la industria textil ..	58
Conclusiones	62
Recomendaciones	64
Bibliografía	65

Figuras

Figura 1:Llama, alpaca, vicuña y guanaco	13
Figura 2:Reserva de producción faunística de Chimborazo	15
Figura 3: Exportaciones y destino de tops peruanos	22
Figura 4: Exportaciones y destino de tops boliviano.....	23
Figura 5: Tiempo inicial y final de las simulaciones	34
Figura 6: Ingreso de unidades para el modelo	35
Figura 7: Variables de flujo y de almacenamiento	35
Figura 8: Variable sombra	36
Figura 9: Variables auxiliares.....	37
Figura 10: Relaciones con la variable almacenamiento pasto	37
Figura 11: Relaciones con la variable almacenamiento pasto y vicuñas.....	38
Figura 12: Edición del modelo usando funciones	39
Figura 13: Variable auxiliar reserva	40
Figura 14: Variable de flujo cacería	40
Figura 15: Variable de almacenamiento vicuñas.....	41
Figura 16: Variable auxiliar vicuñas cazadas por zorros.....	42
Figura 17: Variable auxiliar consumo por vicuña	42
Figura 18: Variable auxiliar densidad de vicuñas	43
Figura 19: Variable auxiliar densidad inicial de vicuñas	43
Figura 20: Tiempo final de la simulación.....	44
Figura 21: Variable de flujo incremento natural	44

Figura 22: Tiempo inicial de la simulación	45
Figura 23: Variable de almacenamiento pasto	45
Figura 24: Variable de flujo pasto consumido.....	46
Figura 25: Variable de sombra pasto original	46
Figura 26: Variable auxiliar pasto por vicuña	47
Figura 27: Variable auxiliar pasto por vicuña inicial	47
Figura 28: Variable de flujo pasto rehabilitado	48
Figura 29: Variable auxiliar zorro	48
Figura 30: Simulación por años.....	49
Figura 31: Variable auxiliar porcentaje de incremento	49
Figura 32: Variable auxiliar tiempo de rehabilitación.....	50
Figura 33: Tiempo entre las simulaciones.....	50
Figura 34: Verificación del modelo.....	51
Figura 35: Verificación de las unidades	51
Figura 36: Cifras de pasto y vicuñas	52
Figura 37: Tiempo de rehabilitación del pasto en la simulación 1	53
Figura 38: Cambios de forma dinámica al modelo.....	54
Figura 39: Tiempo de rehabilitación del pasto en la simulación 2.....	55
Figura 40: Cifras de vicuñas cazadas por zorros	56
Figura 41: Curvas y tendencia de vicuñas cazadas por zorros	56
Figura 42: Comparación pasto simulación 1 y 2	57
Figura 43: Comparación de vicuñas simulación 1 y 2.....	57
Figura 44: IO Object para la producción de lana.....	59
Figura 45: Modificación dinámica de la variable lana	60
Figura 46: Modificación de la producción de lana	61

Tablas

Tabla 1: Camélidos por especie en el Ecuador.....	19
Tabla 2: Estimación de producción de la alpaca	20
Tabla 3: Relación de los hatos de alpacas en las cinco comunidades	21
Tabla 4: Precios de las diferentes calidades de fibra de alpaca	21
Tabla 5: Población de alpacas en los principales países productores.....	22
Tabla 6: Cuadro comparativo de herramientas.....	24

Introducción

Exposición de razones que motivaron el estudio

Al realizar un viaje a Chimborazo me enteré sobre la reserva de camélidos que está realizándose en esta área, y desde ese momento he revisado una serie de artículos en diarios, páginas web y libros de tesis, sobre la importancia que tienen los camélidos como la alpaca, vicuña, llama, entre otros para el medioambiente. Estos animales pueden mejorar ciertas zonas del páramo andino, es así que decidí yo como individuo vinculado al mundo de la tecnología, en crear un modelo dinámico de sistemas que muestre el análisis de la conservación de un ecosistema.

El cual tiene como tentativa a largo plazo ser probado en la reserva de Chimborazo o en reservas destinadas a la conservación de este bello espécimen, que amparan a una serie de camélidos los cuales puede convertirse en medio de sustentabilidad para la misma reserva.

El propósito final a futuro es el resguardo del ecosistema, ya mencionado, para pensar en una posible industria competitiva a nivel regional de los derivados textiles que ofrecen los camélidos. Se piensa utilizar modelos de análisis de información como diagramas de flujo y obtener información real que pueda ser usada en la reserva como una alternativa para mejorar las condiciones de estos animalitos. Para ello se va a requerir una recolección de datos, con las cuales se pueda generar una proyección de la reserva.

Mi tema concluye al momento de preparar el modelo dinámico de sistemas, con el cual se puede tomar decisiones a futuro sobre el posible progreso de la reserva de Chimborazo o reservas que se dediquen a la conservación de camélidos.

Planteamiento sintético del problema

La disertación consiste en realizar una investigación exhaustiva la cual nos permita tener una clara visión sobre cómo la conservación de una especie propia de la región andina puede mejorar las condiciones económicas y ecológicas de una población en su comunidad.

En este caso la vicuña al ser un camélido, tiene ciertas características vitales que mejoran las condiciones ambientales de un ecosistema y sabiendo aprovechar sus derivados puede crearse una industria textil que tenga competencia a nivel regional.

Utilizando la tecnología como medio para lograr una debida planeación estratégica con el negocio, se considera el uso de un modelo que nos de datos cuantificables, que puede llevar a tomar adecuadas decisiones, que permitan mejorar la conservación de reservas ecológicas, en este caso la de vicuñas que se derivan de los camélidos.

¿Cuál sería la herramienta que permita desarrollar el modelo y genere resultados para el análisis sobre los recursos naturales a largo plazo en cualquier reserva de vicuñas?

Sistematización del problema

¿Cómo identificar los modelos similares a la realidad del ambiente donde se desarrolla la encantadora producción de fauna derivada de los camélidos?

¿Por qué es necesario generar un modelo que permita analizar un ecosistema?

¿Cuándo se puede pensar que una reserva ecológica puede convertirse en un medio para generar una industria textil competitiva?

¿Dónde existen reservas ecológicas que requieren mejorar sus condiciones ambientales, y también estén dispuestas a convertirse en un medio de producción?

¿Es posible pensar a futuro en un mercado industrializado basado en el análisis dinámico que presenta el prototipo a desarrollar?

Objetivo general

Proponer un modelo dinámico de sistemas para el análisis de la conservación de un ecosistema, así con este planteamiento mejorar las condiciones ambientales de la reserva.

Objetivos específicos

- Identificar la situación actual de producción de camélidos en especial las vicuñas.
- Implementar un modelo para el análisis de datos en Vensim.
- Generar una serie de simulaciones para mostrar los resultados del modelo.
- Redactar conclusiones y recomendaciones finales sobre los resultados esperados y los reales, esto servirá para la posible toma de decisiones de una industria textil estratégicamente alineada en tecnología y negocio.

Exposición del procedimiento técnico

Se utilizará una recolección de información sobre cifras generadas en los últimos 5 años de estos especímenes, los cuales nos van a permitir comprender la problemática a resolver, además de documentos realizados por autores reconocidos y solicitados en sitios oficiales que proveen información real y actual.

Para el modelo se piensa investigar los beneficios de herramientas que permitan generar tablas, cifras, gráficas, etc. De tal manera que podamos elegir la opción más conveniente a nuestra problemática. Para finalmente redactar las debidas conclusiones y recomendaciones.

Capítulo 1

Se realizará un breve preámbulo sobre el interés al cual se enfoca la disertación planteada con la cual se pretenden informar de forma general lo que se piensa llegar a realizar.

1.1 Información sobre camélidos en Ecuador

En la actualidad debido a un nuevo pensamiento de conversión estratégica ambiental, zonas como la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo se han convertido en un paraíso gracias a las alpacas, modificando los parámetros de la zona, reverdeciendo gracias a la multiplicación de los camélidos. Ahora para dar un entendimiento general al lector los camélidos son los animales nativos de la región.¹

1.2 Historia sobre camélidos

Los españoles llamaban "ovejas" a las llamas, único animal de carga de las alturas andinas prehispánicas. Fue vital para las antiguas culturas, en la Colonia y, para la actual población altiplánica: son los proveedores de carne, cueros y lana.²

Esta familia de mamíferos, los camélidos, caracterizada por la posesión de almohadillas plantares, no llegaron precisamente de oriente, sino que sus antepasados deberán ser buscados en Norteamérica desde donde, hacia finales de la era terciaria una rama

¹ Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2013)

² Fuente: (Clinamen, 2004)



emigró a Euro Asia a través del estrecho de Bering. En Norteamérica los camellos se extinguieron hacia finales de la glaciación con la especie *Camelops*.³

Figura 1: Llama, alpaca, vicuña y guanaco
Fuente: (Clinamen, 2004)

Los camélidos incluyen géneros distintos: *Camelus*, del Viejo Mundo, con el camello de Arabia y el camello bactriano; y en Sudamérica, con la llama, el guanaco, la alpaca y la vicuña.⁴

1.3 Características sobre camélidos

Los camélidos difieren de otros animales con pezuñas en que el peso del cuerpo no es aplicado sobre aquellas, sino sobre las almohadillas plantares; solamente los extremos anteriores de la pezuña tocan el suelo.⁵

La vicuña es el más grácil, pequeño y hermoso de los camélidos sudamericanos. Posee la lana más fina del mundo y estuvo en peligro de extinción debido a su cacería

³ Fuente: (Clinamen, 2004)

⁴ Fuente: (Clinamen, 2004)

⁵ Fuente: (Clinamen, 2004)

indiscriminada. Al iniciarse la conquista existían dos millones de vicuñas, hoy su población sólo alcanza las cien mil.⁶

Perú posee el 80% de la población mundial de estos camélidos. Cabe mencionar que, en los inicios del proceso de recuperación de esta especie, en el año 1964, apenas quedaban 5,000 ejemplares.⁷

Las hembras tienen una cría a los 10 meses de gestación. Se alimentan de hierbas que comen durante todo el día. Viven entre 12 y 15 años. Las vicuñas tienen sus depredadores naturales como el zorro y el puma.⁸

1.4 Propuesta para camélidos en reservas

Reorganizar las reservas ambientales con animales que pueden mejorar la calidad ambiental es una buena oportunidad que está generando, la zona de Chimborazo, pues rebaños de ovejas y ganado ha sido cambiados por alpacas lo cual hace que sean compatibles con el ecosistema, recuperando la cubierta vegetal, singularmente toda esta nueva iniciativa ha empezado a crear emprendimiento cerca de las comunidades aledañas volviéndose una especie no nativa en generadora de un impacto visible para la comunidad.⁹

Proporcionando una fuente rentable de recursos económicos para recuperar el páramo y apostándole todo a la crianza de camélidos pues especies como las alpacas y llamas son desconocidas sobre todo para la crianza.¹⁰

⁶ Fuente: (VARGAS, 2013-2015)

⁷ Fuente: (DigitalZ, 2011)

⁸ Fuente: (DigitalZ, 2011)

⁹ Fuente: (Márquez, 2016)

¹⁰ Fuente: (Márquez, 2016)

Es cierto que las alpacas son camélidos originarios de la región andina pero debido a la colonización desaparecieron al introducir otras especies. La gran ventaja de la crianza de estos animales es que tiene pezuñas suaves las cuales no estropean la cubierta vegetal y su dentadura no daña las plantas nativas.¹¹

Comunidades como Chorrera Mirador, Jatari Campesino empezaron la crianza de camélidos hace 12 años integrando emprendedores los cuales buscan sustentabilidad a todas estas operaciones a través de la elaboración de prendas cotizadas que usan los hilos suaves de las fibras de alpacas.¹²



Figura 2: Reserva de producción faunística de Chimborazo
Fuente: (Márquez, 2016)

¹¹ Fuente: (Márquez, 2016)

¹² Fuente: (Márquez, 2016)

Con toda esta información lo que mi propuesta de disertación pretende realizar es, mejorar este mercado textil alineándose tecnológicamente, pues al utilizar herramientas de simulación, es decir predicciones con cifras cuantitativas, se puede cambiar estratégicamente la organización interna y mejorar sus índices de producción, llegando a crear ya no solo una idea de emprendimiento sostenido, sino una industria textil con una alta competitividad regional.

1.5 Estado actual del mercado textil derivado de camélidos

Se registra que la fibra de llama tiene las mismas categorías que la fibra de alpaca, pero su finura en términos generales es 10 % menor a los valores de la alpaca. La fibra de vicuña es la más fina de todos los camélidos e incluso que la fibra de cashmere, cuya fibra en el mercado vale 4 a 5 veces más que la calidad más fina de la fibra de alpaca. El valor de la fibra de vicuña es 5 a 8 veces mayor (US \$ 620 kg) que la de cashmere.¹³

En la última década se ha diversificado la exportación de productos textiles ecuatorianos. De igual manera, las exportaciones crecieron de 13,6 a 67,8 millones de dólares. Este crecimiento obedece al gran esfuerzo desarrollado por los empresarios textiles del Ecuador para adecuar a las condiciones actuales del mercado internacional, pues sólo ofreciendo mayor variedad de productos, con alta calidad en sus acabados y precios competitivos, se puede acceder a los mercados más exigentes.¹⁴

Muchas técnicas de mejoramiento se aplican en la producción de camélidos, entre las principales están: la modernización de la industria de la fibra de camélidos, pero está menos desarrollada que otras. De la producción mundial de fibra de camélidos se estima

¹³ Fuente: (Andean Products, 2006)

¹⁴ Fuente: (Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2003)

que el 80% se destina al mercado externo y el 20% se comercializa en los propios países productores.¹⁵

Los principales productores andinos de camélidos y de sus derivados, en orden de importancia son: Perú, Bolivia, Chile, Ecuador y Argentina, en Sudamérica. En los últimos años se han incorporado a la producción de fibra de camélidos otros países como Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda y Canadá, cuya actividad es muy dinámica.¹⁶

El comercio internacional de la fibra de vicuñas se debe a que es una de las más raras y cotizadas fibras que existen, por lo que es buscada para confeccionar prendas de alta calidad. En el mercado mundial, la fibra de vicuña es la más cara pues está dirigida a un segmento de estatus alto, con gran poder adquisitivo pues algunas prendas son procesadas en países europeos. El precio internacional de su fibra se rige por operaciones del mercado internacional y la industria de Perú, por ser el mayor productor en la región Andina.¹⁷

¹⁵ Fuente: (Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2003)

¹⁶ Fuente: (Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2003)

¹⁷ Fuente: (IBCE, 2009)

Capítulo 2

Se realizará el desarrollo de los contenidos, aquí se va a plantear una serie de datos y registros históricos que permitirán realizar el desarrollo del modelo dinámico, la herramienta en donde se está desarrollando el modelo y como permite generar simulaciones predictivas acerca del tema planteado.

2.1 Marco teórico y conceptual

2.1.1 Antecedente o marco referencial

Debido a la correcta reintegración de las alpacas en el páramo andino específicamente en el área de Chimborazo donde se encuentran una gran cantidad de reservas para la multiplicación de los camélidos como la vicuña. Se plantea la necesidad de realizar una distribución estratégica la cual permita integrar tanto la tecnología con el negocio y permita crear una sólida industria competitiva textil en zonas andinas donde la crianza de camélidos sea una fuente de recursos sostenibles principalmente para los pobladores de las zonas aledañas.

Los camélidos aparecieron en la zona en 1998, como una estrategia planteada por varias organizaciones no gubernamentales y organismos estatales, para frenar los daños al medioambiente causado por especies introducidas. La lana de las alpacas es utilizada para elaborar prendas para las familias que viven aquí y para la venta a turistas.¹⁸

¹⁸ Fuente: (VARGAS, 2013-2015)

Este estudio lo que va a realizar principalmente es generar un modelo dinámico, con el cual se podrá interpretar eventos aproximados a la realidad modificando una serie de variables las cuales permitirán al análisis de un ambiente para su adecuada preservación.

La oportunidad de alinear una industria nacional es un reto que puede ser realizable cuando herramientas de tecnología, que al estar correctamente utilizadas y dándole un carácter más industrializado, mejoran las etapas de producción, al tomar decisiones oportunas que pueden mejorar la calidad de sus productos y sobretodo la conservación de reservas ambientales como la de los camélidos.

2.2 Información y datos referencias sobre camélidos

Tabla 1: Camélidos por especie en el Ecuador

Especie	Total	Porcentaje
Alpacas	6.685	33,3
Llamas	10.356	52,1
Vicuñas	2.455	12,4
Huarizos	527	2,1
Mistis	20	0,1
Total	19.763	100

Fuente: (VARGAS, 2013-2015)

Varias de estas especies son una recolección aproximada de cuántos de estos especímenes se encuentran en nuestra región andina.

Tabla 2: Estimación de producción de la alpaca

Rubro	Unidad	Promedio	Rango	Valor
Fibra	kg/alpaca/año	2,2 (1,6 de primera calidad)	1,3 – 4,0	Como fibra en bruto: \$4 - \$12 Como hilo: \$15 - \$80
Pie de cría	Tasa de fertilidad (% de hembras adultas que producen una cría viva en el año)	Aproximadamente 80% con una mortalidad de 10% de estas crías antes de 1 año de edad	40 – 90% de fertilidad; 10 – 40% de mortalidad de crías	Actualmente hembras jóvenes de la mejor calidad, \$600 – 900\$. Hembras de regular calidad, \$300 - \$500. Machos jóvenes castrados: \$130 - \$170 Padrotes, \$700 - \$900
Carne	kg/carne/carcasa/cabeza adulta	33 (adulto)	5 (crías) – 40 (adulto)	\$1.80 - \$3
Pieles	Pieles	10% del hato adulto, por saca y/o muertes; más 10% de la producción anual de crías, por mortalidad	5 – 20% mortalidad	\$8 (crías), \$12 – 20 (adultos)
Abono	kg/día	ca. 3kg de heces y orina	1 – 5, según suministro de agua y forraje	\$1/día/alpaca

Fuente: (VARGAS, 2013-2015)

Aquí debemos hacer hincapié en los valores a los cuales se cotizan los diversos derivados de este espécimen, resultado final de su crianza.

Tabla 3: Relación de los hatos de alpacas en las cinco comunidades

Comunidad	Tamaño aproximado del páramo comunal (ha)	Número aproximado de alpacas	Número de familias que crían alpacas	Rotación de los turnos	Enfermedades de las alpacas
Pulingui San Pablo	800	85	45	una semana	ninguna
Chorrera Mirador	400	104	23	una semana	ninguna
Tambohuasha	400	60	35	una semana	ninguna
Sanjapamba	50	70	42	una semana	ninguna
Cooperativa Santa Teresita	600	30	45	una semana	Coscoja o fasciola hepática

Fuente: (VARGAS, 2013-2015)

En esta tabla investigada encontramos la relación entre la cantidad de crías y espacio, que sería el páramo comunal.

Tabla 4: Precios de las diferentes calidades de fibra de alpaca

Calidades	Precio del hilo \$us/kg	Precio hilo tinturado \$us/kg
Baby 18u	25,00	30,00
Fleece	20,00	23,00
Huarizo	12,00	15,00

Fuente: (VARGAS, 2013-2015)

El cuadro muestra el producto final y más cotizado en el mercado, sobre esto especímenes.

2.3 Población de alpacas en los principales países productores

Tabla 5: Población de alpacas en los principales países productores

País	N de alpacas	Proporción
Perú – 2006	3597753	79,4%
Bolivia – 2010	373640	8,2%
Chile – 2007	28551	0,6%
Australia – 2012	300000	6,6%
Estados Unidos - 2010	169163	3,7%
Canadá – 2010	25509	0,6%
Reino Unido – 2012	20000	0,4%
Nueva Zelanda - 2008	15372	0,3%
Total	4529988	100%

Fuente: (Agronomes Vétérinaires Sans Frontières, 2013)

Aquí se desea presentar una perspectiva sobre como otros países, tienen ya grandes producciones de alpacas, es decir como sus avances ya tienen desarrollo desde años.

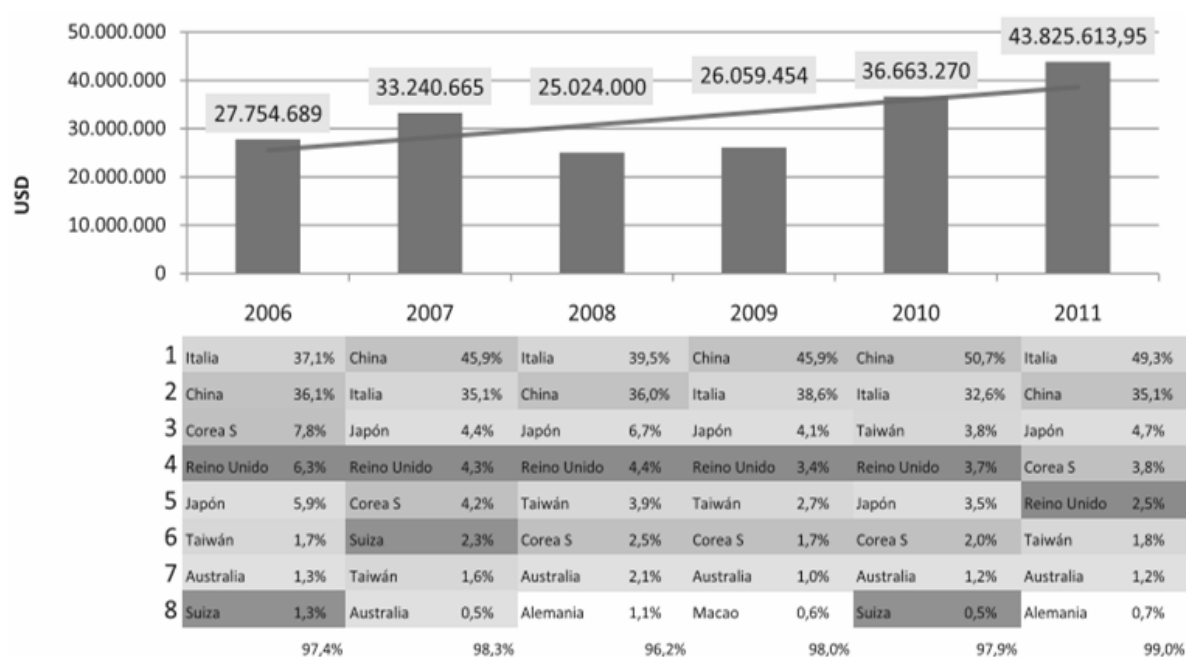


Figura 3: Exportaciones y destino de tops peruanos

Fuente: (Agronomes Vétérinaires Sans Frontières, 2013)

Aquí comparamos cifras de nuestros países vecinos donde no solo ya tienen industrias reales y competitivas, sino que también empiezan a realizar exportaciones.

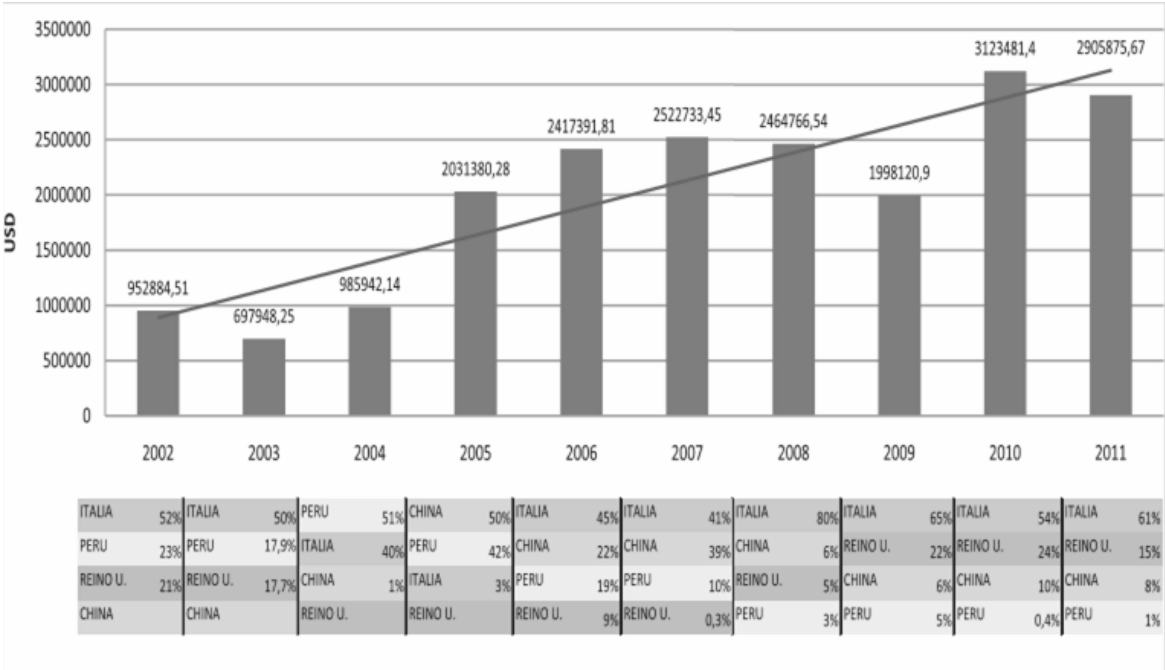


Figura 4: Exportaciones y destino de tops boliviano
Fuente: (Agronomes Vétérinaires Sans Frontières, 2013)

2.4 Cuadro comparativo de herramientas para la simulación de modelos

Vamos a realizar una comparación técnica fundamentada, para seleccionar qué tipo de herramienta tecnológica es necesaria para nuestro tema de disertación, con la cual podamos brindar una solución satisfactoria.

Tabla 6: Cuadro comparativo de herramientas

Nombre	Descripción general de la herramienta	Funcionalidad y recolección de datos	Características para simulaciones de modelos	Ventajas de uso	Desventajas de uso
Microsoft Power BI	Es un conjunto de aplicaciones de análisis de negocios que permite analizar datos y compartir información.	Usa datos de su organización en aplicaciones web. Crea informes interactivos, para analizar, transformar y visualizar datos. Importando información desde tablas en Excel.	Usando SQL Server Analysis Services y Azure Analysis Services, pueden compilar fácilmente modelos sólidos y reutilizables de datos.	Se integra fácilmente con informes interactivos. Comparte información vital desde el escritorio o el móvil.	Debido a que la herramienta está dedicada al uso empresarial, se limita el acceso a su almacenamiento, creando cuentas Pro que requieren un costo.
Vensim	Software industrial de simulación de fuerzas para mejorar el rendimiento de los sistemas reales.	Son una serie de variables las cuales se conectan según sus relaciones y utilizan cifras o datos iniciales que generan simulaciones y proyecciones a futuro.	Utiliza un editor de texto o un editor gráfico similar al editor de esquemas. Esto apoya para volver a crear rápidamente modelos o elementos similares.	El software permite interactuar dinámica con las cifras, cambiando tendencias negativas.	Se requieren datos que tengan proyecciones y muestren las tendencias sobre las cuales se involucran las variables a relacionarse.
IBM SPSS Modeler	Modelos predictivos para procesos de negocio con el fin de ayudar a personas y sistemas en la toma decisiones adecuadas.	Con una plataforma de análisis predictivo y la recolección de datos usando hojas de datos, predice decisiones entre personas, grupos, sistemas y empresas.	Aprendizaje automático, calificación, minería de datos, implementación en escala, no lineal o iterativa; automatización e integración.	El uso de IA es un beneficio que permite mejorar la toma de decisiones al rediseña un modelo.	Se requiere información esquematizada en tablas que se encuentre cifrada y disponible para su uso.

Fuentes: (Microsoft, 2017), (Vensim, 2016), (IBM, 2017)

Como podemos observar estas herramientas nos ofrecen diferentes formas de agrupar datos y generar información pertinente. Es por eso que para brindar la solución más práctica a nuestras necesidades escogemos Vensim, pues los datos que requerimos para modelar nuestra simulación, son iniciales y lo que buscamos es obtener información sobre un ecosistema real en base a condiciones iniciales, donde la interacción entre variables, depende de las relaciones, además las opciones presentadas requieren un pago para el uso completo del software.

Finalmente, el dinamismo que ofrece Vensim para cambiar factores entre variables dinámicamente, nos será muy útil al momento de modificar alguna simulación negativa que no refleje el resultado sobre el tema de disertación que son las vicuñas en reservas ecológicas.

2.5 Herramienta de tecnología a utilizar: Vensim

2.5.1 Modelos del mundo real

Vensim es un software de simulación para mejorar la realización de sistemas en tiempo real. Vensim es usado para el desarrollo, análisis, y el empaquetamiento de los modelos dinámicos como una retro alimentación.¹⁹

Se destacan las siguientes características:

- Alta calidad, con consistencia y controles de la realidad dimensional TM
- Conexiones a los datos y los métodos de calibración sofisticados
- Salida instantánea con simulación continua en SyntheSim
- Permite publicar modelos flexibles
- Análisis del modelo, incluyendo la optimización y simulación de Monte Carlo

20

¹⁹ Fuente: (Vensim, 2016)

²⁰ Fuente: (Ventana Systems Inc, 2015)

2.5.2 Los modelos integrados que vienen con Vensim

Vensim instala muchos modelos diferentes con la documentación de ayuda. Muchos de los modelos se describen y se utilizan dentro del sistema de ayuda. También hay un número de modelos que no se describen en detalle en la documentación. Aquí describimos la ubicación y las convenciones de nomenclatura para los modelos documentados y describimos otros modelos que vienen con Vensim.²¹

Los modelos se instalan en el directorio de modelos, en el mismo camino que este sistema de ayuda, por lo que los modelos se pueden vincular para un acceso rápido. El directorio de modelos contiene los siguientes subdirectorios:

- UserGuide - modelos utilizados en la guía del usuario
- ModelGuide - modelos de la guía de modelado, organizados por tema
- FunctionExamples - ejemplos de uso para cada función en Vensim, como se describe en la guía de referencia
- Muestra - otros modelos de ejemplo.
- OptSensi - ejemplos de pagos extendidos, optimización estocástica, la cadena de Markov Monte Carlo y el recocido simulado, y simulaciones de sensibilidad.²²

²¹ Fuente: (Vensim, 2016)

²² Fuente: (Ventana Systems Inc, 2015)

Sin embargo, si va a modificar los modelos, se recomienda encarecidamente que copie estos directorios a un lugar de trabajo en su control, fuera de la ruta de ayuda. Esto evitará problemas con los permisos del sistema y la pérdida de trabajo cuando Vensim actualiza los archivos de ayuda.²³

2.6 Redacción de la problemática hipotética a resolver

En la región de Chimborazo desde 1988 se promueve la idea de introducir camélidos para modificar los daños medioambientales causados por la crianza de ganadería, a sus alrededores se encuentran comunidades como Chorrera Mirador y Pulinguí San Pablo.

Está a una altura de entre 3800 y 6310 metros sobre el nivel del mar, esa altura es referencia al nevado Chimborazo y tiene una extensión de 58560 hectáreas.

Este clima gélido es ideal para introducir vicuñas que han sido reintroducidas por convenios con países vecinos, según el último censo en 2016 se contemplan 7185 vicuñas. Se cree que el cambio medio ambiental puede ser favorable para la región, sin embargo, se necesitarán cifras y datos, que muestren no solo el cambio medioambiental que se espera, sino también que la comunidad pueda generar un medio de sustentabilidad para la crianza de dicho animal.

Para la práctica del modelo y medir el impacto, se introducen 100 zorros, esto para crear una medida de control de natalidad natural en la reserva.

Se necesita crear entonces una política para la gestión de la crianza de vicuñas, en la cual se examine las diferentes alternativas utilizando un modelo.

²³ Fuente: (Vensim, 2016)

Se debe pensar en la sobrepoblación de la especie, es decir encontrar mecanismos de control, el impacto que genera al ambiente la introducción de esta especie y la cantidad de fibra que generan las comunidades teniendo un equilibrio ambiental sostenido.

Se realizará un modelo que simule una predicción a 10 años, donde se utilicen los diversos factores ambientales de la región.²⁴

2.7 Ecuaciones del modelo

Con las siguientes ecuaciones se piensa construir el diagrama de flujos

1. $\text{Reserva} = 58560$

Unidades: hectáreas

2. $\text{Cacería} = \text{zorros} * \text{vicuña cazados por zorros}$

Unidades: vicuñas/año

Flujo. La caza total de vicuñas es igual al número de zorros que existe por la cantidad de vicuñas al año que caza cada zorro.

3. $\text{Vicuñas} = \text{INTEG} (\text{aumento natural-cacería}, 7185)$

Unidades: vicuñas

²⁴ Fuente: (Cuadrado, 2017)

NIVEL. Las vicuñas varían en función del aumento natural (nacimientos – muertes naturales) y de la caza que hacen los zorros. Las vicuñas originales son 7185.

4. Vicuñas cazadas por zorros = WITH LOOKUP (densidad de vicuñas/densidad original de vicuñas, [(0,0) - (30,12)], (0,0), (1,3), (2,6), (2,6), (4,9), (30,12))

Unidades: vicuñas/zorros/año

Cuando la densidad es 0 la caza es 0, punto (0,0) y cuando la densidad real es igual a la densidad inicial cada zorro caza a 3 al año, punto (1,3). Es decir, que inicialmente los 100 zorros cazan 300 vicuñas al año. A medida que aumenta la densidad van aumentando las cifras. El resto de puntos de la tabla van correspondiendo a una duplicación que no puede ser negativa por obvias razones. De tal manera que a más casería se va incrementando la pendiente de la curva. En este caso se toma un máximo de 12 vicuñas al año.

5. Consumo por vicuña = WITH LOOKUP (pasto/pasto original, [(0,0) -(1,1)], (0,0), (0.3,0.5), (0.5,0.7), (1,1)))

Unidades: quintales/vicuñas/años

Toma como entrada (x) la relación entre el pasto real y el pasto original, y toma el valor (y) del consumo en quintales por vicuñas al año. Cuando el pasto real y el original son iguales el consumo es 1, punto (1,1) y cuando el pasto real es 0 no hay consumo, punto (0,0). Los siguientes puntos van de acuerdo a una interpretación de que con poco alimento disponible las vicuñas comerán menos y por tal motivo necesitarán desplazarse. Con esta variable podemos variar según

la interpretación ecológica en cuanto a recursos vegetales pueda disponer la reserva.

6. Densidad de vicuñas = vicuñas/reserva

Unidades: vicuñas/hectárea

Es un aproximado sobre cuantas vicuñas hay por hectárea.

7. Densidad inicial de vicuñas = 0.12267

Unidades vicuñas/hectáreas

Este valor es una simple división entre el número de vicuñas y de hectáreas mencionadas al principio de la redacción (7185/58560).

8. FINAL TIME = 2026

Unidades: año

Este modelo se realiza a una proyección de 10 años desde el último censo en 2016.

9. Incremento natural = vicuñas*porcentaje de incremento

Unidades: vicuñas/año

FLUJO. Es el total de vicuñas por el porcentaje de incremento natural.

10. INITIAL TIME = 2016

Unidades: años

Es el tiempo inicial para realizar la simulación.

11. $\text{Pasto} = \text{INTEG} (\text{pasto rehabilitado} - \text{pasto consumido}, \text{pasto original})$

Unidades: Quintales

NIVEL. Es un valor que depende del pasto consumido y del rehabilitado en cada periodo.

12. $\text{Pasto consumido} = \text{vicuñas} * \text{consumo por vicuña}$

Unidades: Quintales/año

FLUJO. Se calcula como la cantidad de vicuñas que existe en cada periodo por el consumo medio de pasto de cada uno de ellos.

13. $\text{Pasto original} = 50000$

Unidades: Quintales

Este valor es el que tenemos al inicio de la simulación en 2016, como un aproximado por el tamaño de la reserva.

14. $\text{Pasto por vicuña} = \text{pasto} / \text{vicuñas}$

Unidades: quintales/vicuña

Es la cantidad de pasto que tiene cada vicuña por año.

15. $\text{Pasto por vicuñas inicial} = 7$

Unidades: quintales/vicuñas

Esta cifra se calcula dividiendo entre el pasto original y el número de vicuñas ($50000/7185=6,958$). Se realiza un redondeo para obtener un dato entero.

16. Pasto rehabilitado = (pasto original – Pasto) / tiempo de rehabilitación

Unidades: quintales/año

FLUJO. Si el tiempo de rehabilitación se diera al primer año esto igualaría el pasto real con el original. Pero a medida que transcurre el tiempo la rehabilitación se hace más lenta, debido a factores como el consumo, la cantidad de vicuñas, factores ambientales climáticos.

17. Zorros = 100 – STEP (100, 2016)

Unidades: zorros

18. SAVEPER = TIME STEP

Unidades: año

La frecuencia con la cual se almacena los datos de salida.

19. Porcentaje de incremento = WITH LOOKUP (pasto por vicuñas/pasto por vicuñas inicial, ((0, -0.9) - (1, 0.9)), (0, -0.7), (0.08, 0), (0.16, 0.11) (1, 0.11)))

Unidades: 1/año

La tasa de incremento de vicuñas está relacionada con el pasto existen según el tamaño de la reserva. Para nuestro caso evidenciamos cifras registradas de una tasa del 11%, para el año 2016. Así hablamos de un crecimiento natural $7815 \times 0.11 = 859,65$ vicuñas/año. Al no existir pasto se plateo un porcentaje de 70% en disminución, debido a que es el único medio de alimentación para el animal. Esta verificado en el punto (0, -0.7). Los siguientes valores toman sentido común hacia una tendencia sobre la gráfica que tiene un comportamiento

exponencial, por la tasa de crecimiento en dependencia de un alimento, en este caso el pasto.

20. Tiempo de rehabilitación = WITH LOOKUP (pasto/pasto original, ((0, 0) – (1, 26)], (0, 26), (0.7, 1.21), (1,1)))

Unidades: años

Se tiene como entrada la tasa entre pasto real y pasto original, y los años de rehabilitación que para nuestro modelo utilizaremos los 26 años de protección y recuperación que ha estado realizado el gobierno en la reserva Chimborazo al introducir vicuñas y otros especímenes de las alpacas al paramos para mejorar sus vegetaciones. El comportamiento de los puntos subsecuentes son una definición de un comportamiento exponencial, echo desde un ajuste al modelo para una regeneración en el ecosistema de la reserva de Chimborazo.

21. TIME STEP = 1

Unidades: años

Es el paso entre periodos de simulación.²⁵

²⁵ Fuente: (Cuadrado, 2017)

Capítulo 3

Se va a generar el modelo dinámico de sistemas utilizando las variables expuestas en el capítulo anterior, está enfocado a la interacción que tendrían diversos factores en un medio ambiente y de qué forma pueden ser utilizados sus resultados en el análisis para la producción de vicuñas.

3.1 Modelo dinámico de sistemas

Comenzamos realizando las unidades que vamos a utilizar, para los pasos de la simulación y tanto el tiempo inicial como el final.

3.1.1 Configuraciones iniciales

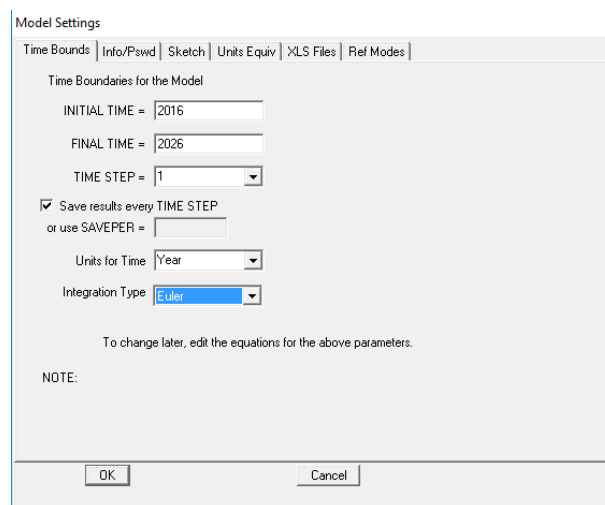


Figura 5: Tiempo inicial y final de las simulaciones
Fuente: (Cuadrado, 2017)

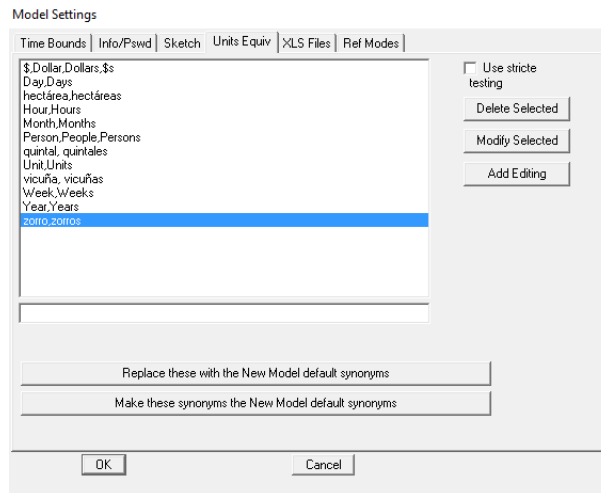


Figura 6: Ingreso de unidades para el modelo
Fuente: (Cuadrado, 2017)

3.1.2 Diseño del modelo

Comenzamos el diseño del modelo colocando las variables de función principales con sus respectivas entradas y salidas. Esto se realiza de acuerdo a las especificaciones que redactamos en las ecuaciones del modelo.

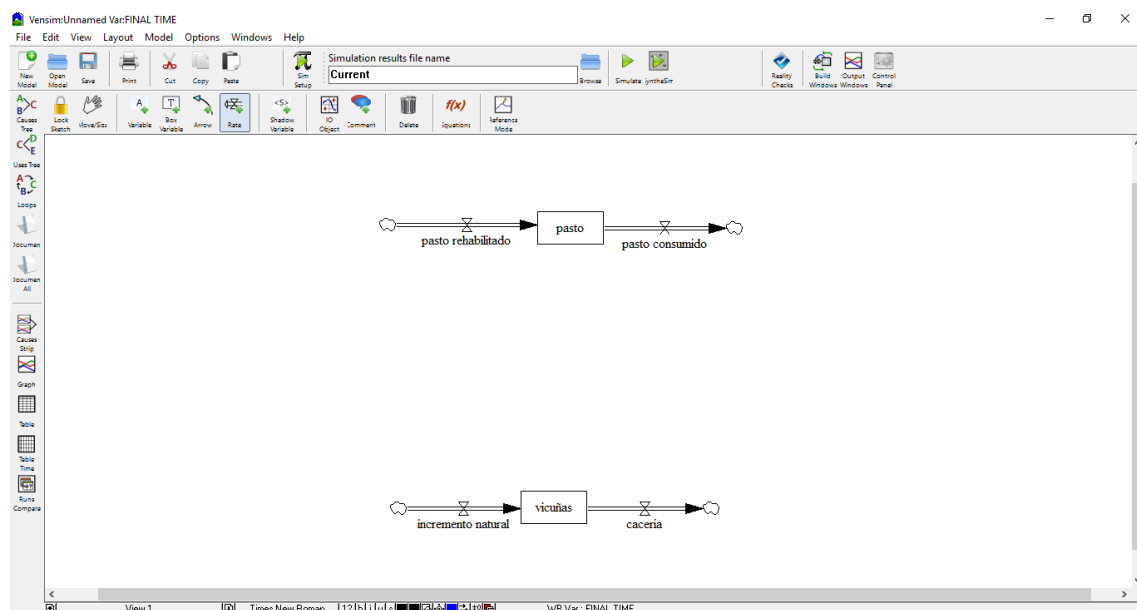


Figura 7: Variables de flujo y de almacenamiento
Fuente: (Cuadrado, 2017)

La variable de sombra en pasto original se coloca para realizar cambios con otras variables, que no se conectan directamente con la variable pasto original.

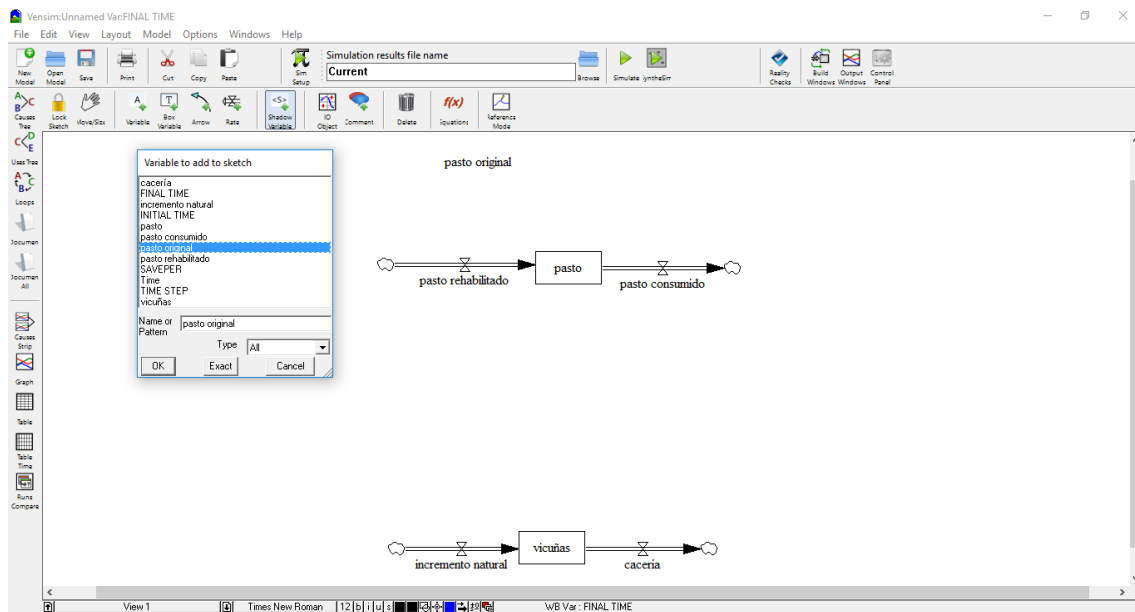


Figura 8: Variable sombra
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Ahora colocamos las variables secundarias, las cuales se relacionarán entre sí dependiendo como deseamos realizar la simulación, este proceso lleva tiempo debido a que las relaciones tienen cierta dependencia y deben ser analizadas con el fin de generar el estudio solicitado.

Ahora en esta parte del modelo, la variable de almacenamiento vicuña tiene un diferente comportamiento pues debido a la finalidad que representa, es necesaria su relación con densidad de vicuñas, pasto por vicuñas, incremento natural, cacería, y de forma anticipada para vincular entre las dos principales variables de almacenamiento del modelo la salida de pasto, es decir pasto consumido. Otras variables también afectan significativamente el modelo como la variable zorro que se convierte en el depredador natural de la vicuña.

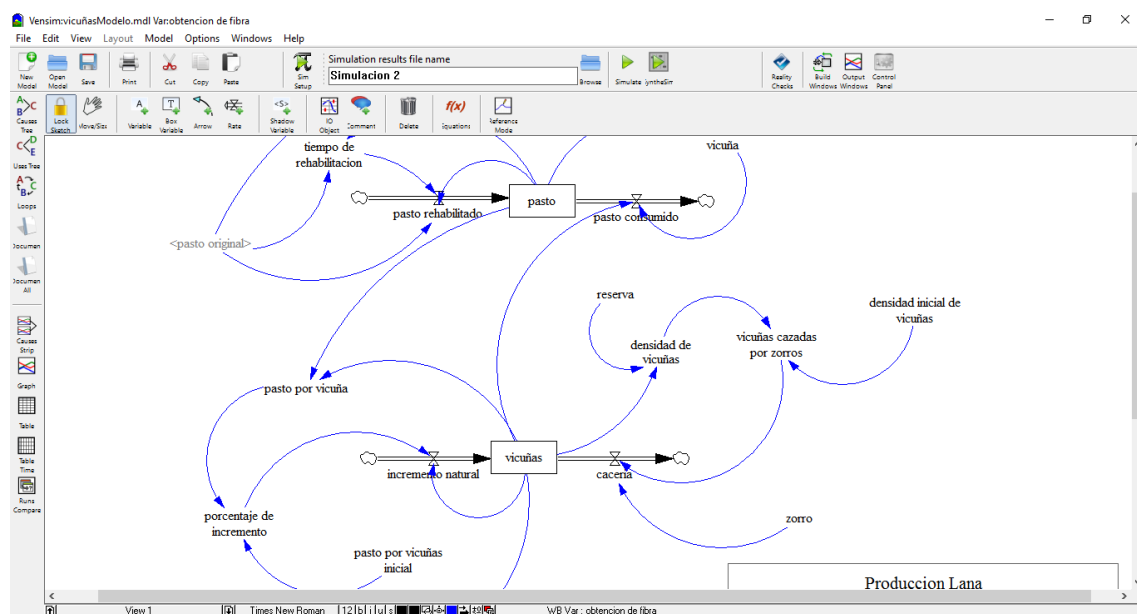


Figura 11: Relaciones con la variable almacenamiento pasto y vicuñas
Fuente: (Cuadrado, 2017)

De la misma manera la variable reserva donde genera una relación, para la densidad de vicuñas, es decir dependiendo del espacio que exista pueden criarse muchas más vicuñas. En cambio, porcentaje de incremento, vicuñas cazadas por zorros, pasto por vicuñas inicial y densidad inicial de vicuñas, son en realidad variables en detalle de cálculos desglosados, los cuales permiten la interpretación de las cifras introducidas al modelo.

3.1.3 Edición de ecuaciones

Seguidamente comenzamos las configuraciones de nuestro modelo que se convierte en una serie de ecuaciones relacionadas las cuales nos permitirán simular.

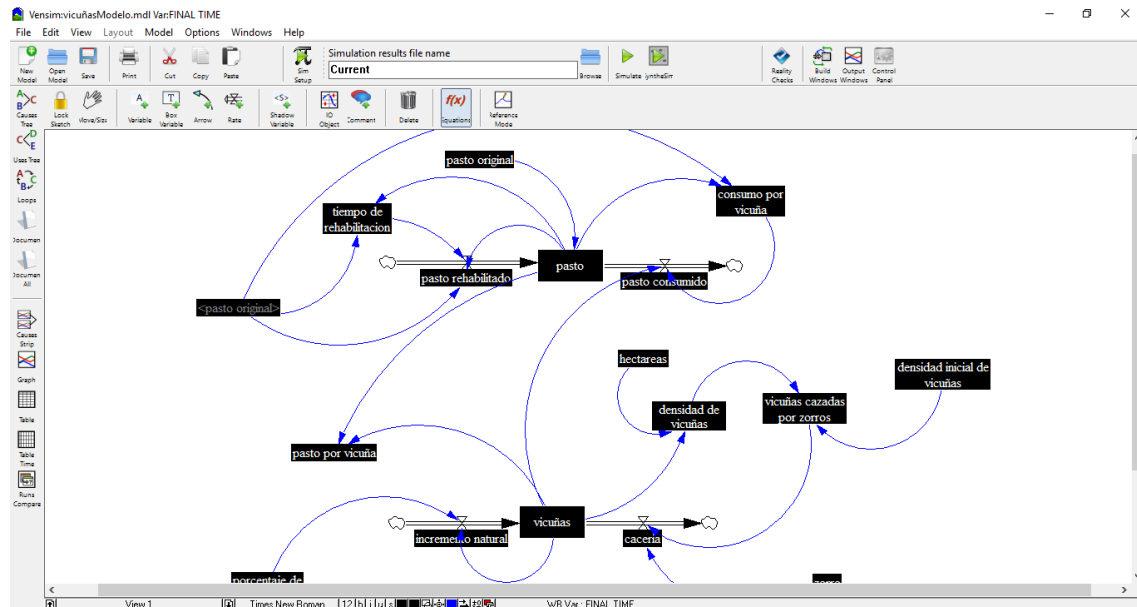


Figura 12: Edición del modelo usando funciones

Fuente: (Cuadrado, 2017)

Para esto utilizamos $f(x)$ y comenzamos a editar, con su respectivo comentario para una mejor explicación de la funcionalidad de la misma variable:

Edit: reserva

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	reserva	All	reserva
Type	Constant	Sub-Type	Normal
Units	hectareas	Check Units	<input type="checkbox"/> Supplementary
Group	.vicuñasmodelo	Min	Max
=		58560	

Functions: Common Keypad Buttons Variables Causes

ABS
DELAY FIXED
DELAY1
DELAY1I
DELAY3
DELAY3I
EXP
GET 123 CONSTANTS
GET 123 DATA
GET 123 LOOKUPS
GET DIRECT CONSTANTS

Keypad Buttons: 7 8 9 + :AND:
4 5 6 - :OR:
1 2 3 * :NOT:
0 E . / :NA:
() , ^ <>
> >= = < <=
[] ! { }
Undo -> {[()]}

Comment: Se trata de una valor cercano a la realidad sobre la extensión que destina la reserva de Chimborazo en la crianza de vicuñas

Errors: Equation Modified

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Revert Help

Figura 13: Variable auxiliar reserva
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Edit: cacería

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	cacería	All	cacería
Type	Auxiliary	Sub-Type	Normal
Units	vicuñas/Year	Check Units	<input type="checkbox"/> Supplementary
Group	.vicuñasmodelo	Min	Max
=		zorro*vicuñas cazadas por zorros	

Functions: Common Keypad Buttons Variables Causes

ABS
DELAY FIXED
DELAY1
DELAY1I
DELAY3
DELAY3I
EXP
GET 123 CONSTANTS
GET 123 DATA
GET 123 LOOKUPS
GET DIRECT CONSTANTS

Keypad Buttons: 7 8 9 + :AND:
4 5 6 - :OR:
1 2 3 * :NOT:
0 E . / :NA:
() , ^ <>
> >= = < <=
[] ! { }
Undo -> {[()]}

Comment: Es una relación matemática donde se puede analizar que la cacería de vicuñas es igual al número de zorros que existe por la cantidad de vicuñas al año que caza cada zorro

Errors: Equation OK

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Revert Help

Figura 14: Variable de flujo cacería
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Edit: vicuñas

Variable Information Name: vicuñas Type: Level Sub-Type: Units: vicuñas Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary Group: vicuñasmodelo Min: Max: = INTEG (Edit a Different Variable All Search Model New Variable Back to Prior Edit Jump to Hilite
incremento natural-caceria		reserva SAVEPER tiempo de rehabilitacion TIME STEP vicuñas vicuñas cazadas por zorros zorro
Initial Value: 7185		
Functions Common	Keypad Buttons	Variables Causes
ABS DELAY FIXED DELAY1 DELAY1I DELAY3 DELAY3I EXP GET 123 CONSTANTS GET 123 DATA GET 123 LOOKUPS GET DIRECT CONSTANTS	7 8 9 + :AND: 4 5 6 - :OR: 1 2 3 * :NOT: 0 E . / :NA: () , ^ <> > >= = < <= [] ! { } Undo -> {[()]}	vicuñas caceria incremento natural
Comment: Con esta variable se mide el indice demográfico. es decir cuántas vicuñas han aumentado de forma natural y se relacionan con la cazadas <input type="checkbox"/> Expand		
Errors: Equation Modified		
OK Check Syntax Check Model Delete Variable Revert Help		

Figura 15: Variable de almacenamiento vicuñas
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Nota. En esta parte se realiza un with lookup, esto permite crear una medida de aproximación para utilizar cifras agrupadas, las cuales generan una gráfica, permitiendo entender el comportamiento entre la cacería y el incremento natural.

Edit: vicuñas cazadas por zorros

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	vicuñas cazadas por zorros	All	porcentaje de incremento
Type	Auxiliary	Search Model	SAVEPER
Sub-Type	with Lookup	New Variable	tiempo de rehabilitacion
Units	vicuñas/zorros/año	Back to Prior Edit	TIME STEP
Check Units	<input type="checkbox"/>	Jump to Hilite	vicuñas
Supplementary	<input type="checkbox"/>		vicuñas cazadas por zorros
Group	.vicuñasModelo		zorro
Min			
Max			
= WITH LOOKUP (densidad de vicuñas/densidad inicial de vicuñas	
Look up		((0,0) - (30,12)), (0,0), (1,3), (2,6), (2,6), (4,9), (30,12))	
Functions		Keypad Buttons	
Common		Variables	
ABS		causas	
DELAY FIXED		densidad de vicuñas	
DELAY1		densidad inicial de vicuñas	
DELAY11			
DELAY3			
DELAY31			
EXP			
GET 123 CONSTANTS			
GET 123 DATA			
GET 123 LOOKUPS			
GET DIRECT CONSTANTS			
Comment		La densidad real es igual a la densidad inicial cada zorro caza a 3 al año, punto (1,3). Es decir, que inicialmente los 100 zorros cazan 300 vicuñas al año. A medida que aumenta la densidad van aumentando las cifras. Estos datos se realizan mediante aproximados por cifras investigadas	
Expand		<input type="checkbox"/>	
Errors:		Equation Modified	
OK		Check Syntax	
Check Model		Delete Variable	
Revert		Help	

Figura 16: Variable auxiliar vicuñas cazadas por zorros
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Edit: consumo por vicuña

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	consumo por vicuña	All	caceria
Type	Auxiliary	Search Model	consumo por vicuña
Sub-Type	with Lookup	New Variable	densidad de vicuñas
Units	quintales/vicuñas/año	Back to Prior Edit	densidad inicial de vicuñas
Check Units	<input type="checkbox"/>	Jump to Hilite	FINAL TIME
Supplementary	<input type="checkbox"/>		hectareas
Group	.vicuñasModelo		incremento natural
Min			
Max			
= WITH LOOKUP (pasto/pasto original	
Look up		((0,0) -(1,1)), (0,0), (0,3,0,5), (0,5,0,7), (1,1))	
Functions		Keypad Buttons	
Common		Variables	
ABS		causas	
DELAY FIXED		pasto	
DELAY1		pasto original	
DELAY11			
DELAY3			
DELAY31			
EXP			
GET 123 CONSTANTS			
GET 123 DATA			
GET 123 LOOKUPS			
GET DIRECT CONSTANTS			
Comment		Toma como entrada (x) la relación entre el pasto real y el pasto original, y toma el valor (y) del consumo en quintales por vicuñas al año. Cuando el pasto real y el original son iguales el consumo es 1, punto (1,1) y cuando el pasto real es 0 no hay consumo, punto (0,0).	
Expand		<input type="checkbox"/>	
Errors:		Equation Modified	
OK		Check Syntax	
Check Model		Delete Variable	
Revert		Help	

Figura 17: Variable auxiliar consumo por vicuña
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Edit: densidad de vicuñas

Variable Information Name: densidad de vicuñas Type: Auxiliary Sub-Type: Normal Units: vicuñas/hectárea Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary Group: .vicuñasModelo Min: Max:		Edit a Different Variable All Search Model New Variable Back to Prior Edit Jump to Hilita cacería consumo por vicuña densidad de vicuñas densidad inicial de vicuñas FINAL TIME hectareas incremento natural
---	--	--

= vicuñas*hectareas

Functions Common ABS DELAY FIXED DELAY1 DELAY11 DELAY3 DELAY31 EXP GET 123 CONSTANTS GET 123 DATA GET 123 LOOKUPS GET DIRECT CONSTANTS	Keypad Buttons 7 8 9 + :AND: 4 5 6 - :OR: 1 2 3 * :NOT: 0 E . / :NA: () , ^ <> > >= = < <= [] ! { } Undo -> {[()]}	Variables Causes hectareas vicuñas
---	---	--

Comment: Es un aproximado sobre cuantas vicuñas hay por hectárea |

☐ Expand

Errors: Equation Modified

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Revert Help

Figura 18: Variable auxiliar densidad de vicuñas
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Edit: densidad inicial de vicuñas

Variable Information Name: densidad inicial de vicuñas Type: Constant Sub-Type: Normal Units: vicuñas/hectárea Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary Group: .vicuñasModelo Min: Max: Incr:		Edit a Different Variable All Search Model New Variable Back to Prior Edit Jump to Hilita cacería consumo por vicuña densidad de vicuñas densidad inicial de vicuñas FINAL TIME hectareas incremento natural
--	--	--

= 0.12267

Functions Common ABS DELAY FIXED DELAY1 DELAY11 DELAY3 DELAY31 EXP GET 123 CONSTANTS GET 123 DATA GET 123 LOOKUPS GET DIRECT CONSTANTS	Keypad Buttons 7 8 9 + :AND: 4 5 6 - :OR: 1 2 3 * :NOT: 0 E . / :NA: () , ^ <> > >= = < <= [] ! { } Undo -> {[()]}	Variables Causes
---	---	----------------------------

Comment: Este valor es una simple división entre el número de vicuñas y de hectáreas mencionadas al principio de la redacción. 7185/58560

☐ Expand

Errors: Equation Modified

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Revert Help

Figura 19: Variable auxiliar densidad inicial de vicuñas
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Edit: FINAL TIME

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	FINAL TIME	All	caceria
Type	Constant	Search Model	consumo por vicuña
Sub-Type	Normal	New Variable	densidad de vicuñas
Units	Year	Back to Prior Edit	densidad inicial de vicuñas
Check Units	<input type="checkbox"/>	Jump to Hilite	FINAL TIME
Supplementary	<input type="checkbox"/>		incremento natural
Group	.Control		INITIAL TIME
Min			
Max			
Incr			
2026			

Functions	Common	Keypad Buttons	Variables	Causes
ABS		7 8 9 + :AND:		
DELAY FIXED		4 5 6 - :OR:		
DELAY1		1 2 3 * :NOT:		
DELAY11		0 E . / :NA:		
DELAY3		() . ^ <>		
DELAY31		> >= = < <=		
EXP		[] ! { }		
GET 123 CONSTANTS		Undo -> {[()]}		
GET 123 DATA				
GET 123 LOOKUPS				
GET DIRECT CONSTANTS				

Comment: Es el tiempo final de la simulación. Este modelo se realiza a una proyección de 10 años desde el último censo en 2016

☐ Expand

Errors: Equation Modified

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Revert Help

Figura 20: Tiempo final de la simulación
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Edit: incremento natural

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	incremento natural	All	caceria
Type	Auxiliary	Search Model	consumo por vicuña
Sub-Type	Normal	New Variable	densidad de vicuñas
Units	vicuñas/año	Back to Prior Edit	densidad inicial de vicuñas
Check Units	<input type="checkbox"/>	Jump to Hilite	FINAL TIME
Supplementary	<input type="checkbox"/>		hectareas
Group	.vicuñasModelo		incremento natural
Min			
Max			
vicuñas*porcentaje de incremento			

Functions	Common	Keypad Buttons	Variables	Causes
ABS		7 8 9 + :AND:	porcentaje de incremento	
DELAY FIXED		4 5 6 - :OR:	vicuñas	
DELAY1		1 2 3 * :NOT:		
DELAY11		0 E . / :NA:		
DELAY3		() . ^ <>		
DELAY31		> >= = < <=		
EXP		[] ! { }		
GET 123 CONSTANTS		Undo -> {[()]}		
GET 123 DATA				
GET 123 LOOKUPS				
GET DIRECT CONSTANTS				

Comment: Es el total de vicuñas por el porcentaje de incremento natural |

☐ Expand

Errors: Equation Modified

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Revert Help

Figura 21: Variable de flujo incremento natural
Fuente: (Cuadrado, 2017)

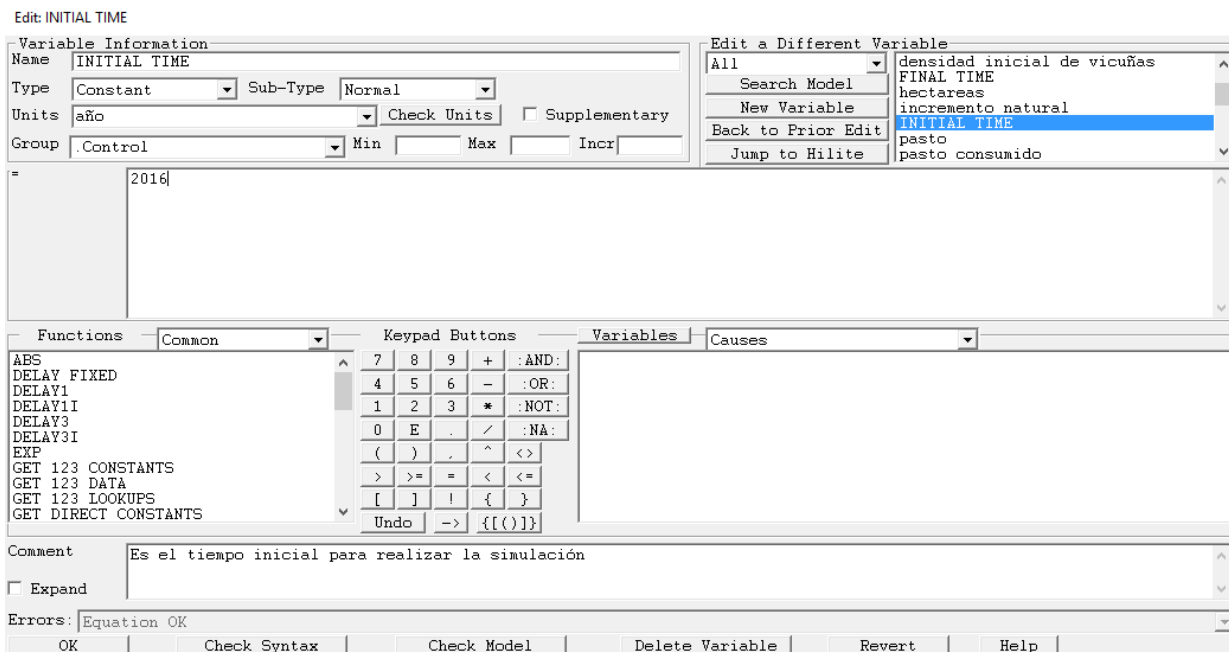


Figura 22: Tiempo inicial de la simulación
Fuente: (Cuadrado, 2017)

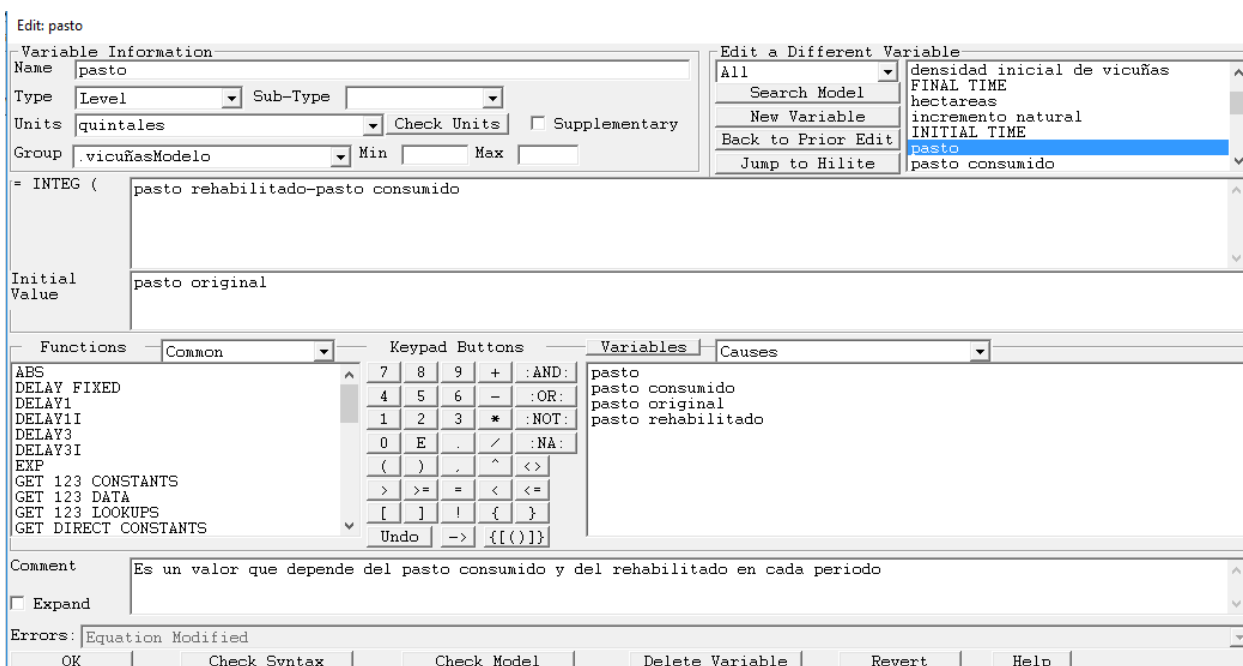


Figura 23: Variable de almacenamiento pasto
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Edit: pasto consumido

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	pasto consumido	All	densidad inicial de vicuñas
Type	Auxiliary	Search Model	FINAL TIME
Sub-Type	Normal	New Variable	hectareas
Units	quintales/año	Back to Prior Edit	incremento natural
Check Units	<input type="checkbox"/>	Jump to Hilite	INITIAL TIME
Supplementary	<input type="checkbox"/>		pasto
Group	.vicuñasModelo		pasto consumido
Min			
Max			

= vicuñas*consumo por vicuña

Functions	Common	Keypad Buttons	Variables	Causes
ABS		7 8 9 + :AND:	consumo por vicuña	
DELAY FIXED		4 5 6 - :OR:	vicuñas	
DELAY1		1 2 3 * :NOT:		
DELAY1I		0 E . / :NA:		
DELAY3		() , ^ <>		
DELAY3I		> >= = < <=		
EXP		[] ! { }		
GET 123 CONSTANTS		Undo -> {[()]}		
GET 123 DATA				
GET 123 LOOKUPS				
GET DIRECT CONSTANTS				

Comment: Se calcula como la cantidad de vicuñas que existe en cada periodo por el consumo medio de pasto de cada uno de ellos

Errors: Equation Modified

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Revert Help

Figura 24: Variable de flujo pasto consumido
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Edit: pasto original

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	pasto original	All	incremento natural
Type	Constant	Search Model	INITIAL TIME
Sub-Type	Normal	New Variable	pasto
Units	quintales	Back to Prior Edit	pasto consumido
Check Units	<input type="checkbox"/>	Jump to Hilite	pasto original
Supplementary	<input type="checkbox"/>		pasto por vicuña
Group	.vicuñasModelo		pasto por vicuñas inicial
Min			
Max			
Incr			

= 50000

Functions	Common	Keypad Buttons	Variables	Causes
ABS		7 8 9 + :AND:		
DELAY FIXED		4 5 6 - :OR:		
DELAY1		1 2 3 * :NOT:		
DELAY1I		0 E . / :NA:		
DELAY3		() , ^ <>		
DELAY3I		> >= = < <=		
EXP		[] ! { }		
GET 123 CONSTANTS		Undo -> {[()]}		
GET 123 DATA				
GET 123 LOOKUPS				
GET DIRECT CONSTANTS				

Comment: Este valor es el que tenemos al inicio de la simulación en 2016, como un aproximado por el tamaño de la reserva

Errors: Equation Modified

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Revert Help

Figura 25: Variable de sombra pasto original
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Edit: pasto por vicuña

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	pasto por vicuña	All	incremento natural
Type	Auxiliary Sub-Type Normal	Search Model	INITIAL TIME
Units	quintales/vicuñas Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	New Variable	pasto
Group	.vicuñasModelo Min Max	Back to Prior Edit	pasto consumido
		Jump to Hilite	pasto original
			pasto por vicuña
			pasto por vicuñas inicial

= pasto/vicuñas

Functions	Common	Keypad Buttons	Variables	Causes
ABS		7 8 9 + :AND:	pasto	
DELAY FIXED		4 5 6 - :OR:	vicuñas	
DELAY1		1 2 3 * :NOT:		
DELAY11		0 E . / :NA:		
DELAY3		() , ^ <>		
DELAY31		> >= = < <=		
EXP		[] ! { }		
GET 123 CONSTANTS		Undo -> {[()]}		
GET 123 DATA				
GET 123 LOOKUPS				
GET DIRECT CONSTANTS				

Comment Es la cantidad de pasto que tiene cada vicuña por año

☐ Expand

Errors: Equation Modified

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Revert Help

Figura 26: Variable auxiliar pasto por vicuña
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Edit: pasto por vicuñas inicial

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	pasto por vicuñas inicial	All	incremento natural
Type	Constant Sub-Type Normal	Search Model	INITIAL TIME
Units	quintales/vicuñas Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	New Variable	pasto
Group	.vicuñasModelo Min Max Incr	Back to Prior Edit	pasto consumido
		Jump to Hilite	pasto original
			pasto por vicuña
			pasto por vicuñas inicial

= 7

Functions	Common	Keypad Buttons	Variables	Causes
ABS		7 8 9 + :AND:		
DELAY FIXED		4 5 6 - :OR:		
DELAY1		1 2 3 * :NOT:		
DELAY11		0 E . / :NA:		
DELAY3		() , ^ <>		
DELAY31		> >= = < <=		
EXP		[] ! { }		
GET 123 CONSTANTS		Undo -> {[()]}		
GET 123 DATA				
GET 123 LOOKUPS				
GET DIRECT CONSTANTS				

Comment Esta cifra se calcula dividiendo entre el pasto original y el número de vicuñas. 50000/7185=6,958. Se hace un redondeo

☐ Expand

Errors: Equation Modified

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Revert Help

Figura 27: Variable auxiliar pasto por vicuña inicial
Fuente: (Cuadrado, 2017)

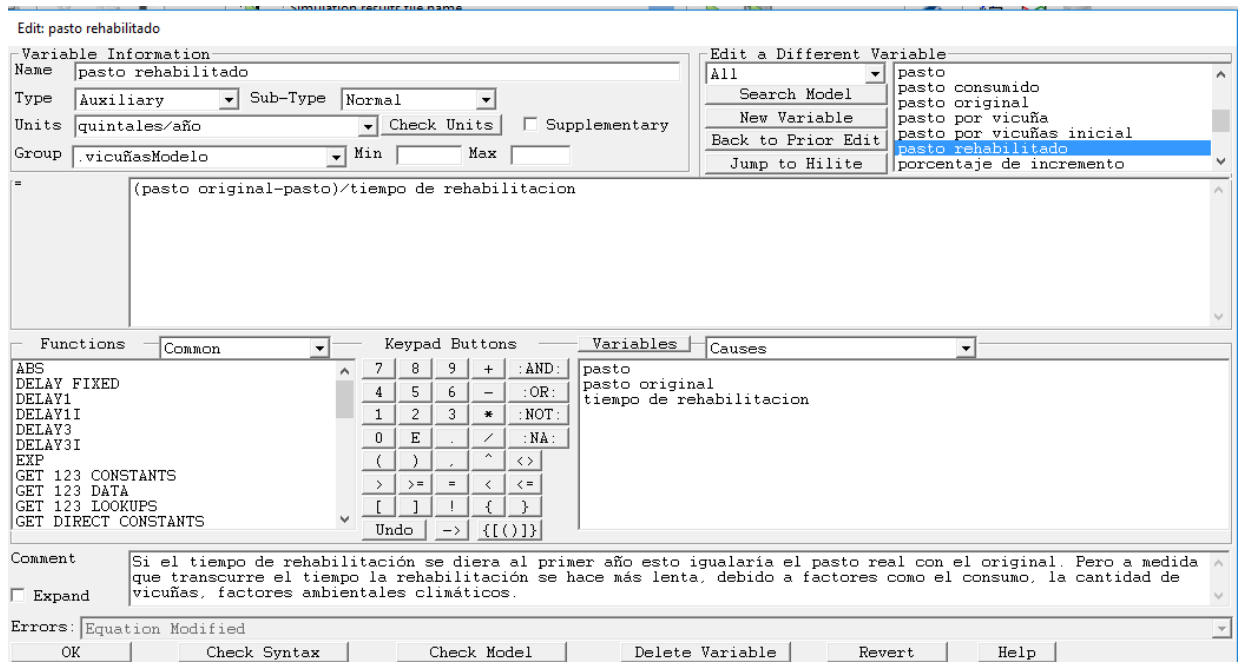


Figura 28: Variable de flujo pasto rehabilitado

Fuente: (Cuadrado, 2017)

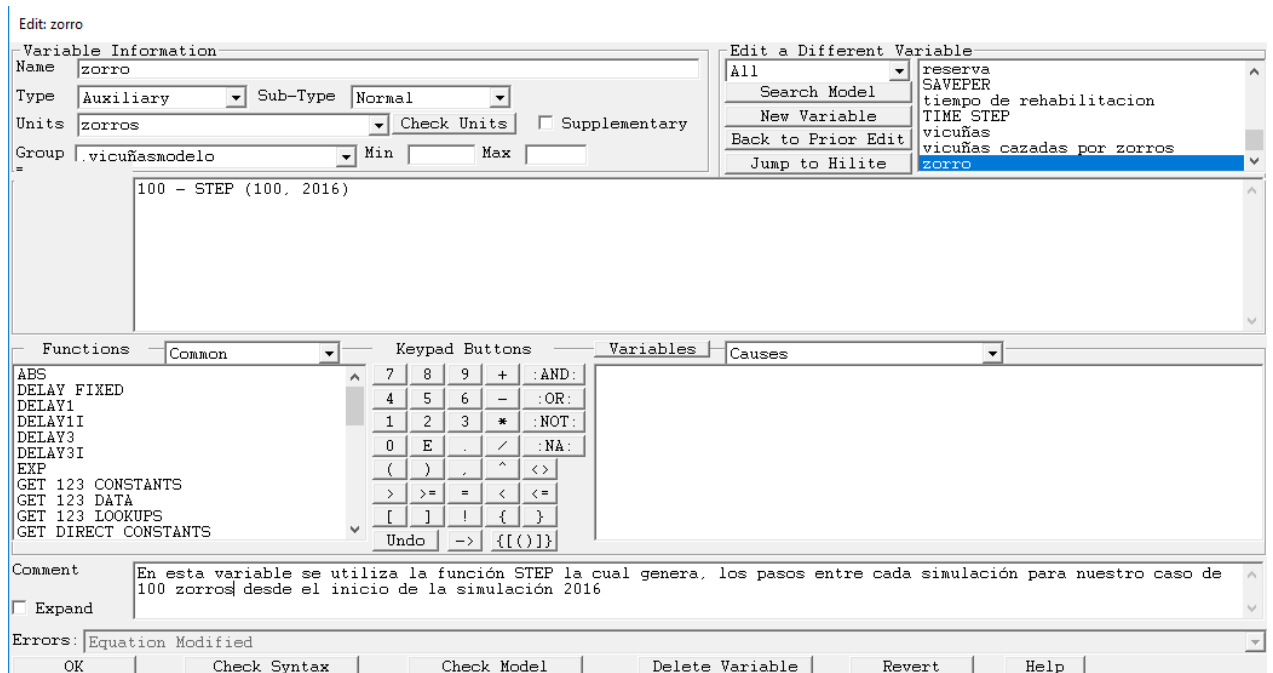


Figura 29: Variable auxiliar zorro

Fuente: (Cuadrado, 2017)

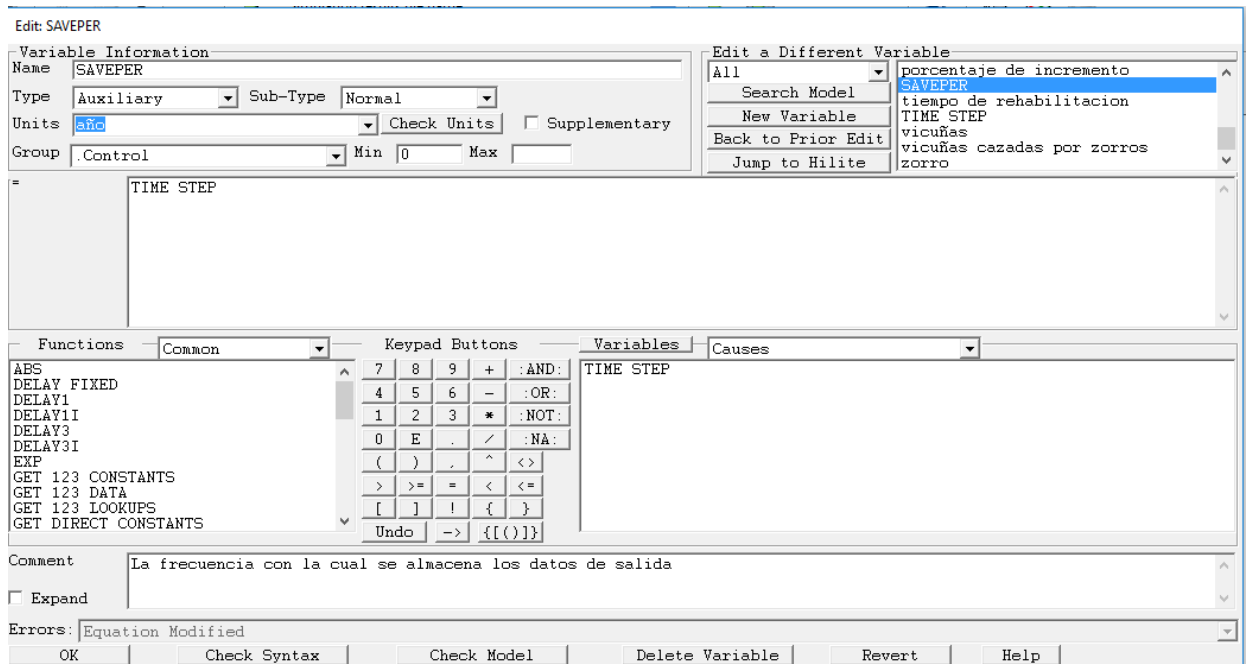


Figura 30: Simulación por años
Fuente: (Cuadrado, 2017)

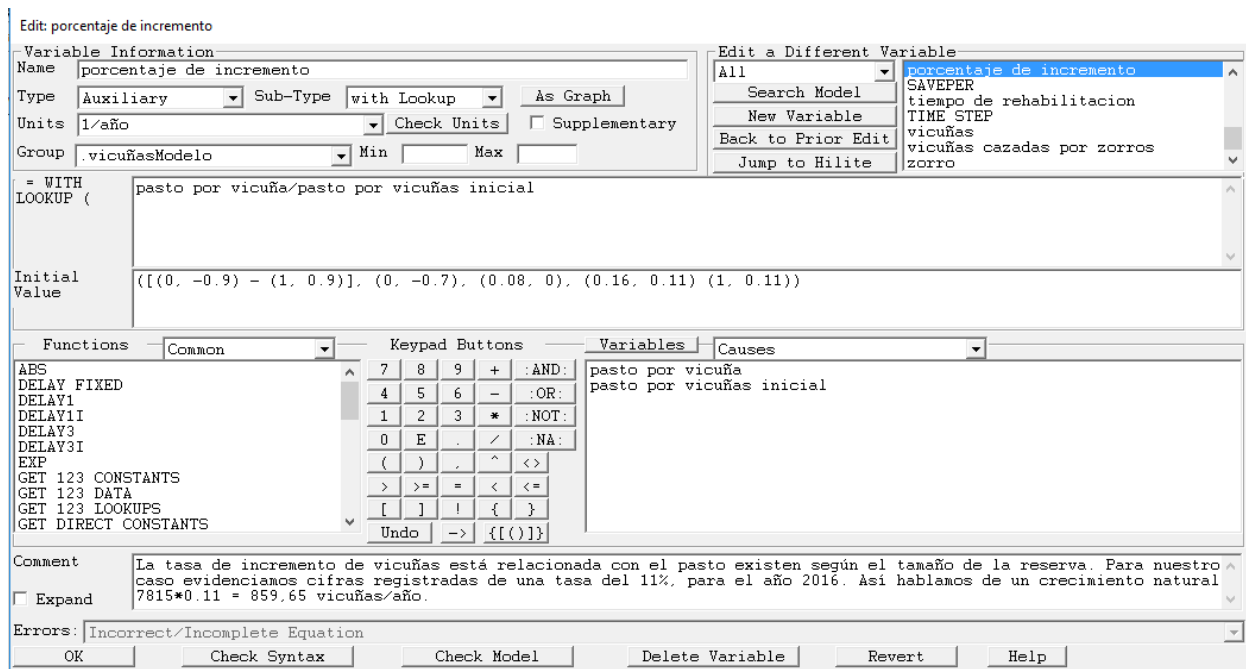


Figura 31: Variable auxiliar porcentaje de incremento
Fuente: (Cuadrado, 2017)

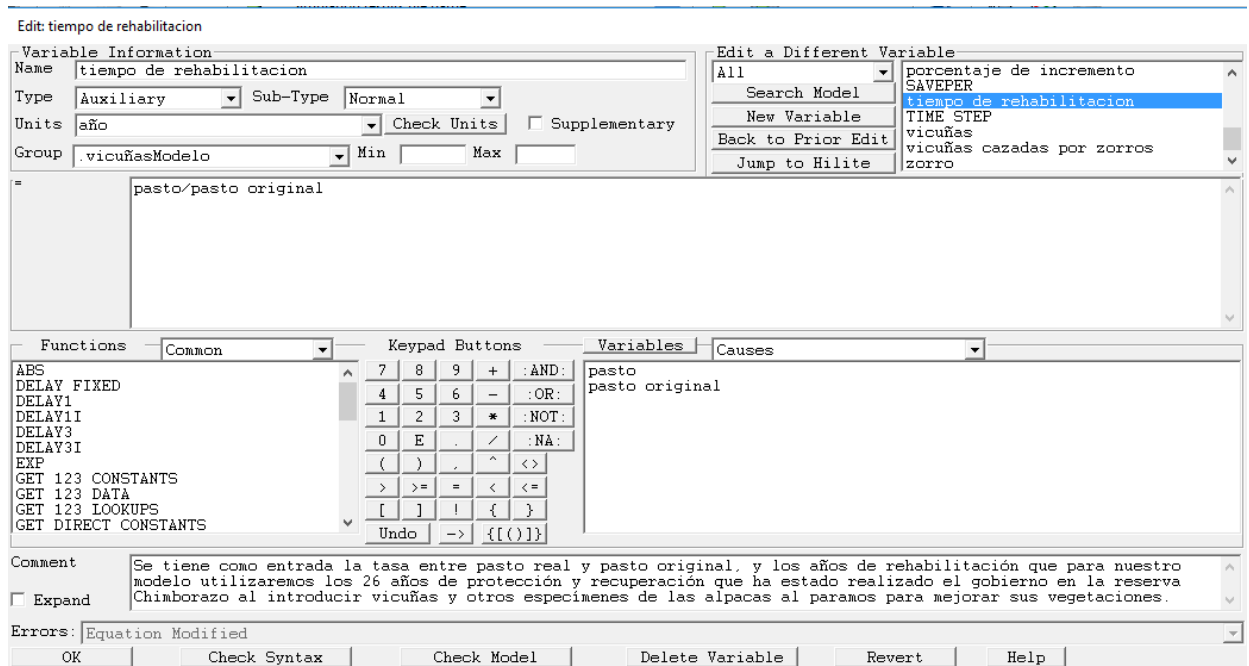


Figura 32: Variable auxiliar tiempo de rehabilitación

Fuente: (Cuadrado, 2017)

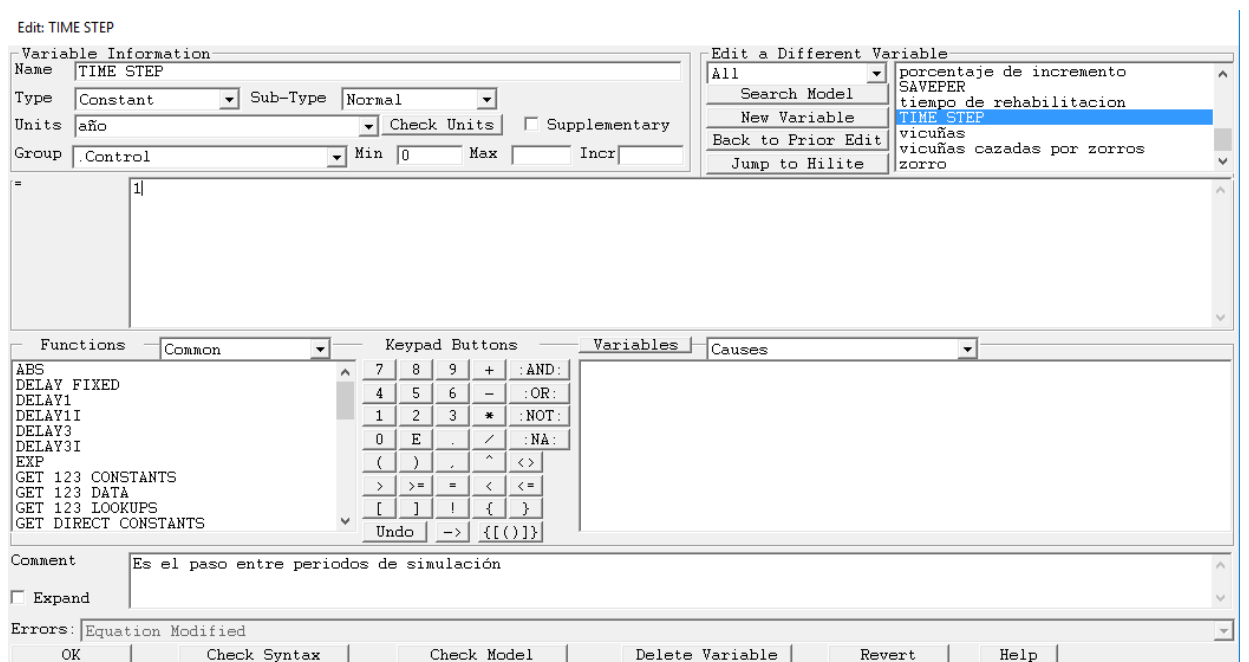


Figura 33: Tiempo entre las simulaciones

Fuente: (Cuadrado, 2017)

3.1.4 Corrección del modelo y unidades

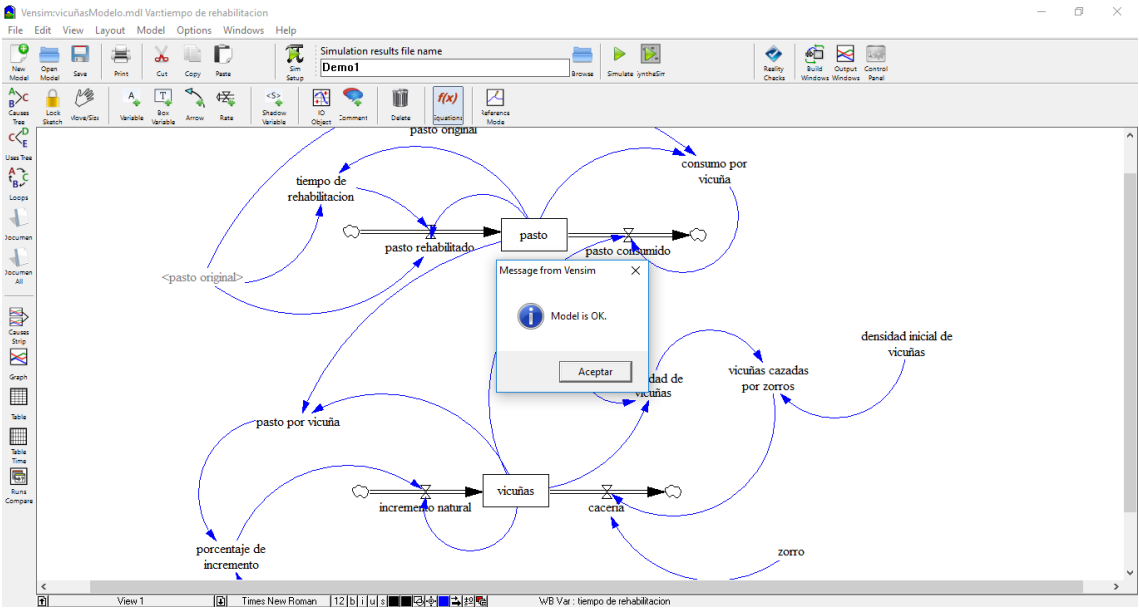


Figura 34: Verificación del modelo
Fuente: (Cuadrado, 2017)

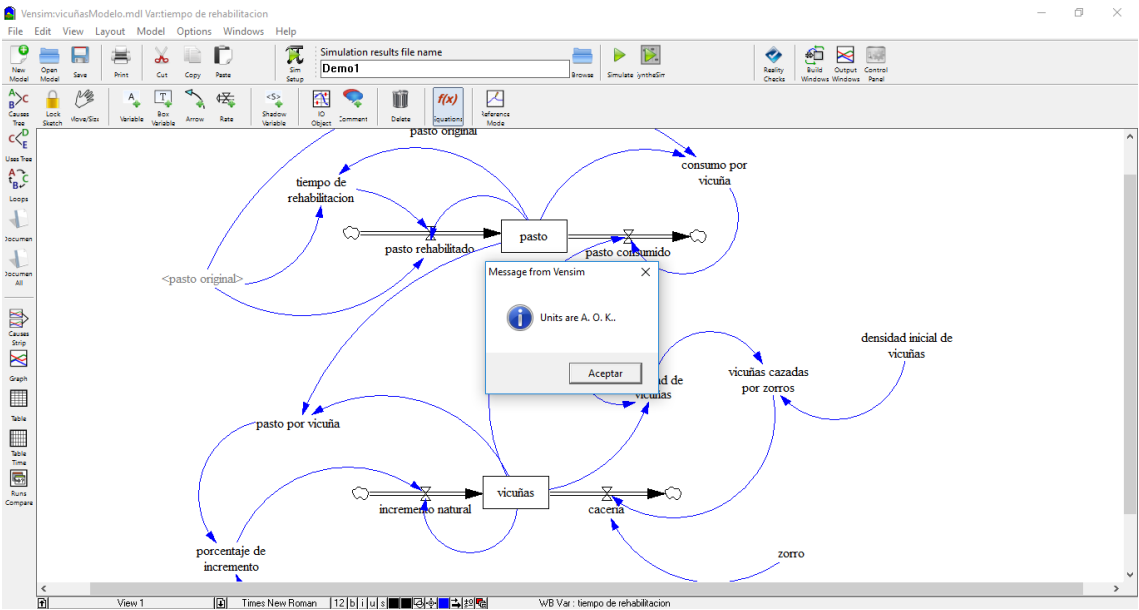


Figura 35: Verificación de las unidades
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Capítulo 4

Se van a realizar una serie de simulaciones, donde verificamos los principales resultados generados por el modelo y logramos realizar los objetivos planteados en nuestro tema.

4.1 Simulación 1 relación entre pasto y vicuñas

En esta simulación podemos observar que los datos, tienen sentido pues al introducir una especie como la vicuña el consumo de los recursos en este caso el pasto, va en tendencia hacia un decremento, debido al crecimiento exponencial que presentan las vicuñas.

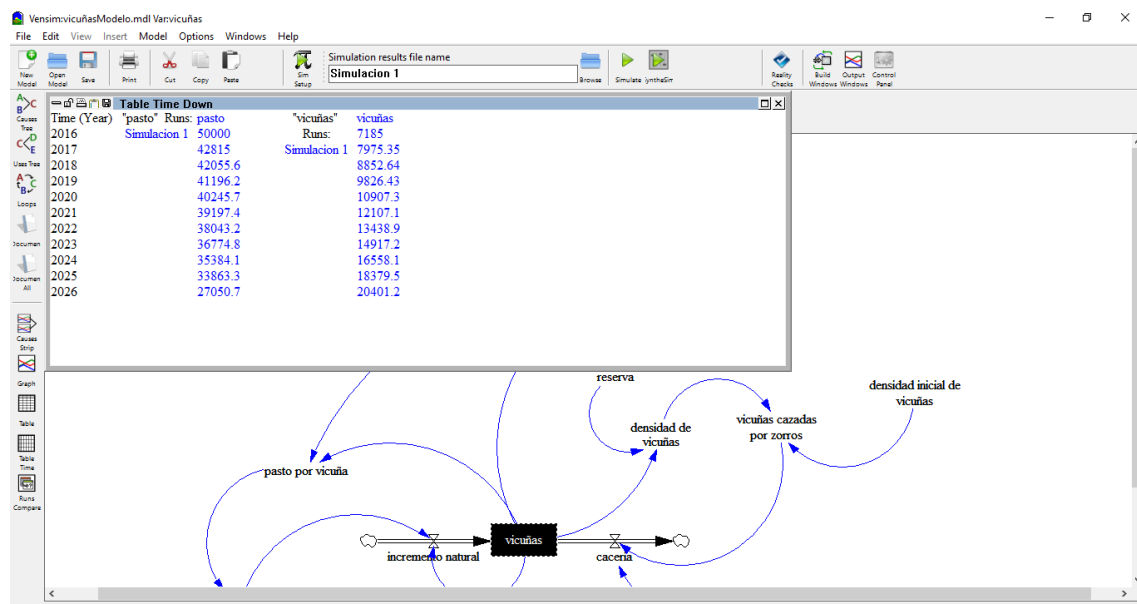


Figura 36: Cifras de pasto y vicuñas
Fuente: (Cuadrado, 2017)

En la gráfica se muestra el crecimiento progresivo por parte de las vicuñas y como disminuye los recursos en este caso el pasto. Esto se origina debido a todas las variables que se involucran en el modelo.

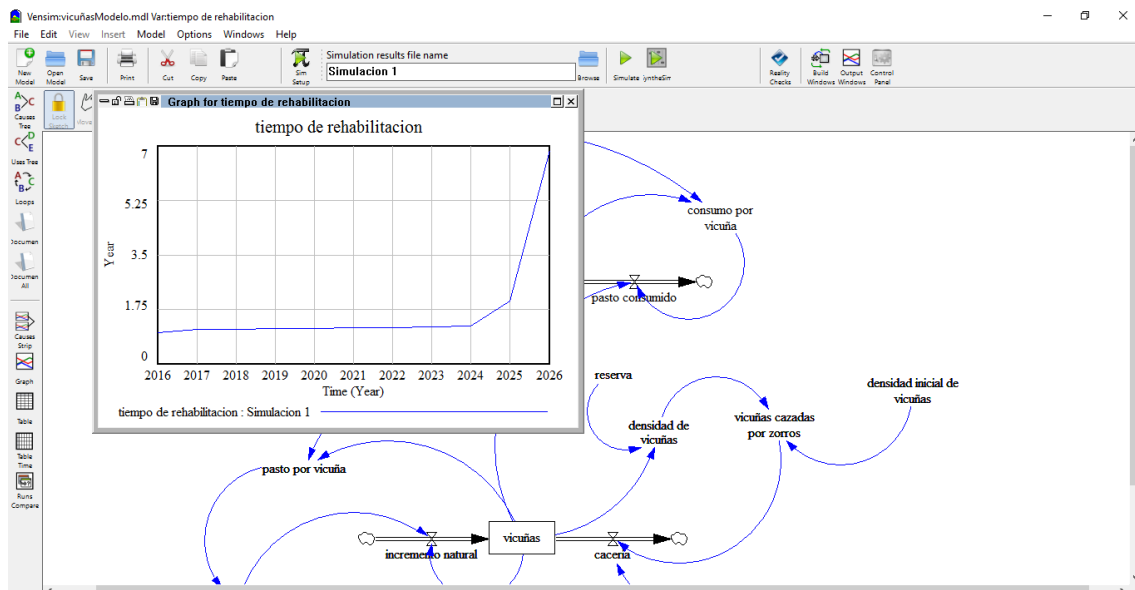


Figura 37: Tiempo de rehabilitación del pasto en la simulación 1
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Aquí podemos visualizar como el tiempo de rehabilitación, es decir el tiempo que tardaría en recuperarse los recursos naturales, comienza a tener una separación más grande a los tiempos iniciales, esto significa que el pasto comenzaría a ser escaso para las vicuñas, en los siguientes años.

Para corregir estas dos situaciones donde tenemos un decrecimiento del pasto en la reserva y el aumento exponencial de las vicuñas. Vamos a cambiar dinámicamente ciertos factores claves que permitan crear una simulación con mejores resultados los cuales permitan cierta estabilidad ambiental a la reserva.

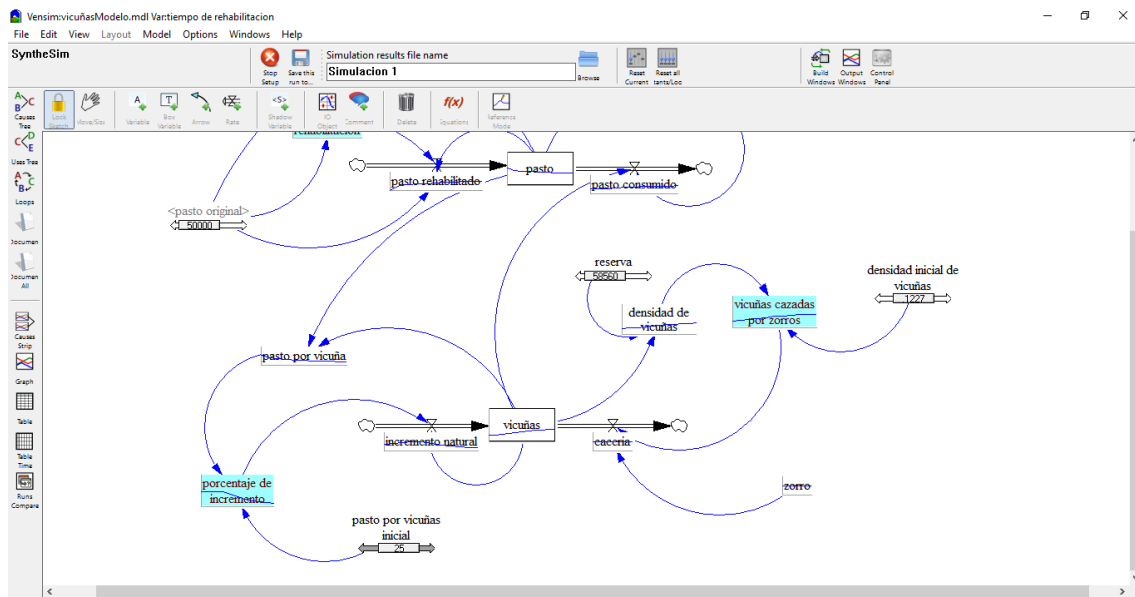


Figura 38: Cambios de forma dinámica al modelo
Fuente: (Cuadrado, 2017)

4.2 Simulación 2 control natural sobre el crecimiento exponencial

Cambiamos el pasto por vicuña inicial, de 7 a 24 debido a que podemos tener un mejor control sobre las vicuñas si la cantidad introducida es menor.

Así para conseguir este factor cambiamos de $50000/7185=6,958$ a $50000/2084=24$. En este caso es mejor iniciar con 2084 vicuñas. De tal forma el modelo tendrá una estabilidad más amplia a futuro. Pues al modificar la reserva sería mucho más conflictivo, pedir permisos para la producción de este espécimen en haciendas cercanas.

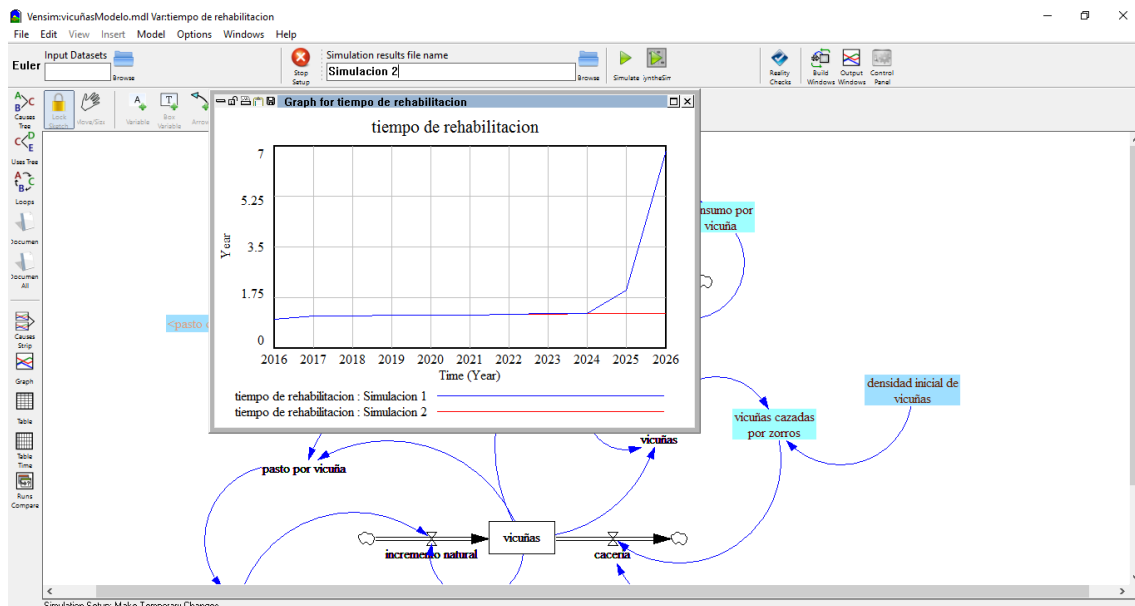


Figura 39: Tiempo de rehabilitación del pasto en la simulación 2
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Como podemos observar las vicuñas tienen un crecimiento alto para los últimos años de la simulación, y el índice de vicuñas cazadas por zorros aumenta de 3 a 7.

Dándole una estabilidad cada año de una creciente y progresiva forma de control natural.

Esta simulación se esperaba como una forma de control para evitar cambiar la producción de vicuñas, es decir con la intromisión de un depredador natural en el ecosistema sobre una nueva especie como la vicuña, se genera un equilibrio medio ambiental sostenible.

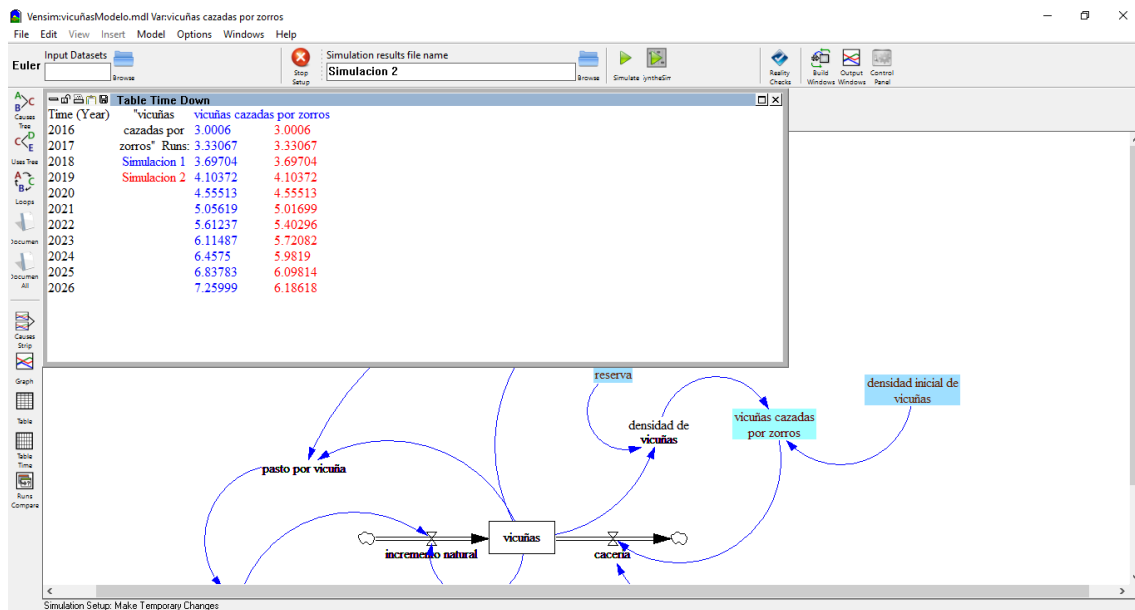


Figura 40: Cifras de vicuñas cazadas por zorros
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Así con esta gráfica podemos visualizar claramente que sin importar cuanto suban en crecimiento poblacional de las vicuñas, el depredador introducido puede también adaptarse a ese cambio sostenido.

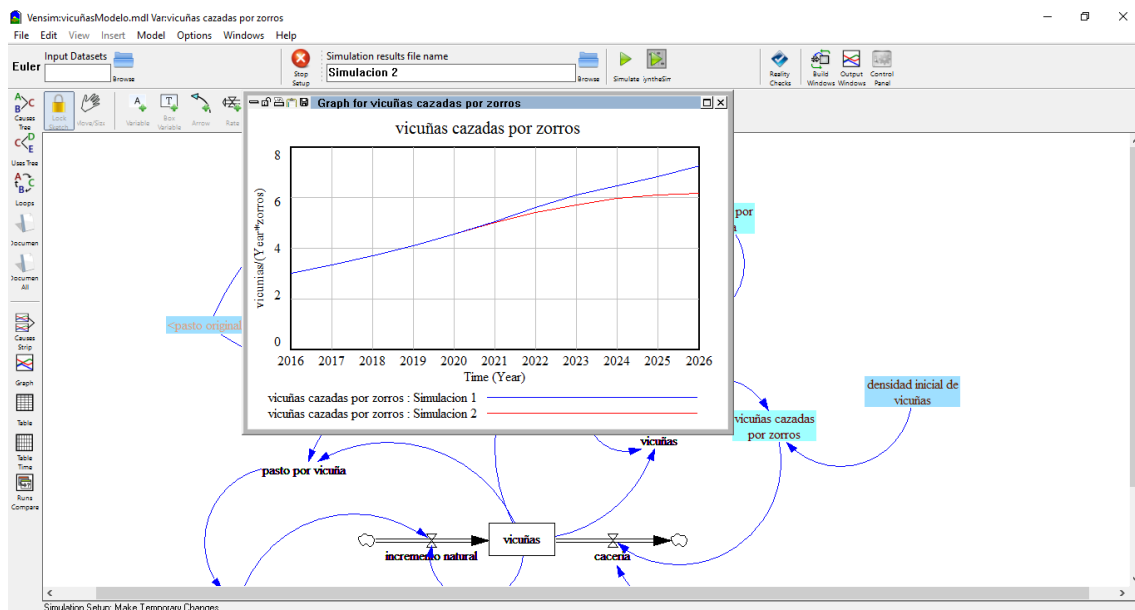


Figura 41: Curvas y tendencia de vicuñas cazadas por zorros
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Comparando las dos simulaciones tendría los siguientes resultados:

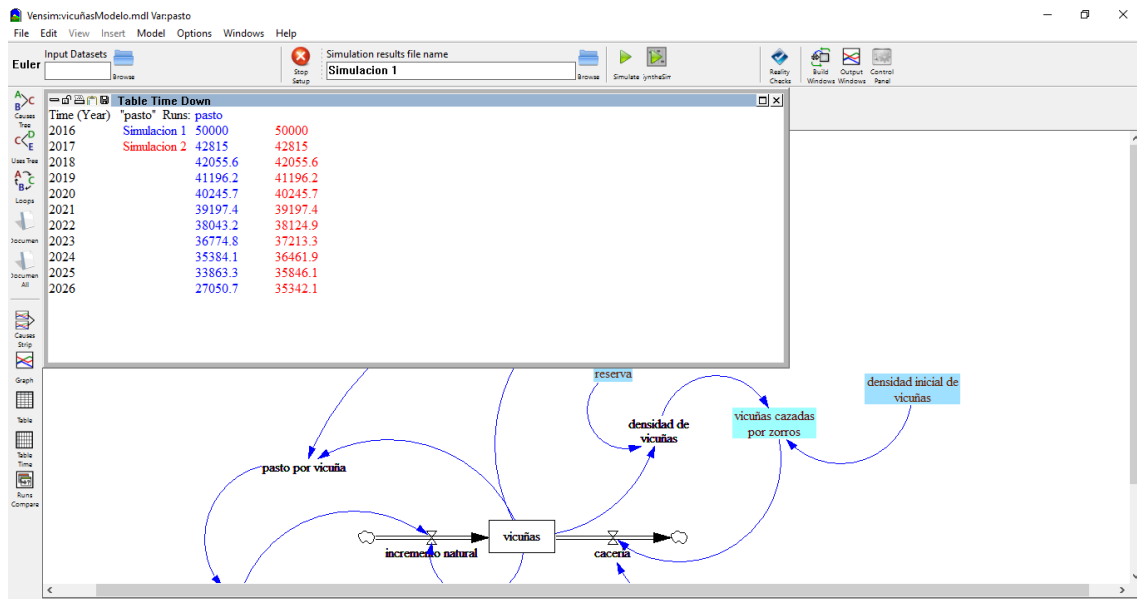


Figura 42: Comparación pasto simulación 1 y 2
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Como podemos observar la recuperación por el pasto tiene una gran diferencia, lo cual significa que los cambios realizados fueron los adecuados. Es decir, su recuperación vegetativa se amplía más a futuro.

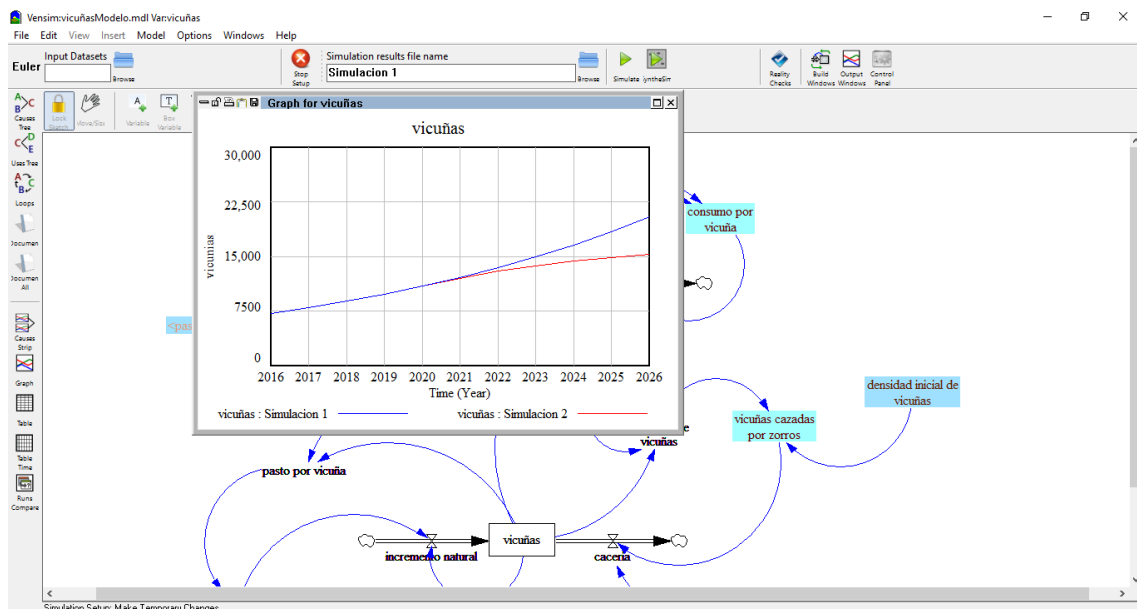


Figura 43: Comparación de vicuñas simulación 1 y 2
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Y como podemos apreciar la gráfica del crecimiento por parte de las vicuñas muestra la diferencia entre las simulaciones, describiendo que el crecimiento bajó al momento de realizar los cambios adecuados.

4.3 Simulación 3 aumento de producción de vicuñas que mejore la industria textil

Aquí es donde se presenta la propuesta principal de nuestro tema, ya vimos claramente cuáles son los niveles de crecimiento que puede tener nuestra reserva y que ciertamente tiene tanto un equilibrio vegetativo y faunístico. Aquí veremos la producción entre vicuñas y su producto final que es la lana.

Para eso vamos a introducir unas variables más a nuestro modelo, sería las siguientes:

22. Lana: = obtención de fibra-materia prima

Unidades: gramos

Es una variable de almacenamiento donde guardaremos la cantidad de lana que se pueda generar de las vicuñas en la reserva.

23. Obtención de fibra = WITH LOOKUP (85*vicuñas, (((0,0) (90,90)], (80,80), (82,82), (84,84), (86,86), (88,88), (90,90)))

Unidades: gramos/vicuñas/años

Es una variable de flujo, la cual esta inicializada con un promedio entre 160 y 180 gramos de lana de vicuña en dos años. Por tal motivo nuestros valores son la mitad, pues realizamos la simulación por año.

24. Materia prima = Lana*0.1

Unidades: gramos/años

Es una variable de flujo que nos permite relacionar el número de lana que se piensa tener a disposición. El porcentaje es un estimado en ventas que de ser necesario puede ser modificado.²⁶

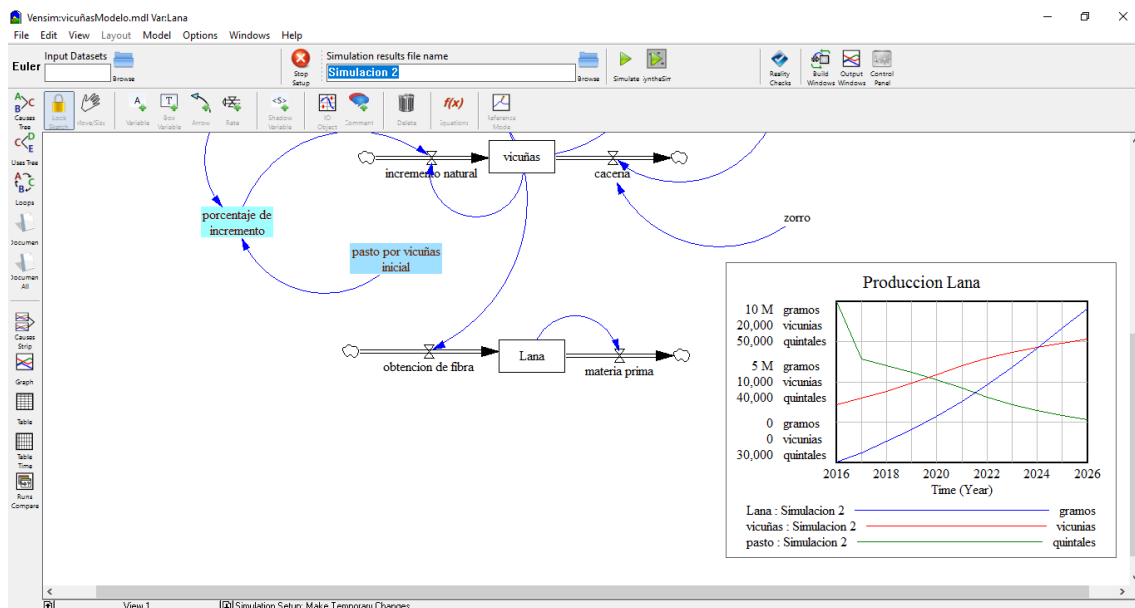


Figura 44: IO Object para la producción de lana

Fuente: (Cuadrado, 2017)

Como podemos observar creamos una tercera simulación, donde incluimos un gráfico IO Object el cual nos permite introducir varias variables para contemplar la relación entre sus tendencias.

En este caso observamos que existe una similitud entre el número de vicuñas y lana, es decir que dependiendo de las vicuñas disponibles tendremos igual cantidad de lana para

²⁶ Fuente: (Cuadrado, 2017)

entregas, como producto final en una industria. Hay que tomar en cuenta que el pasto como recurso natural tendrá una tendencia hacia la baja debido al uso, sin embargo, se encuentra estable.

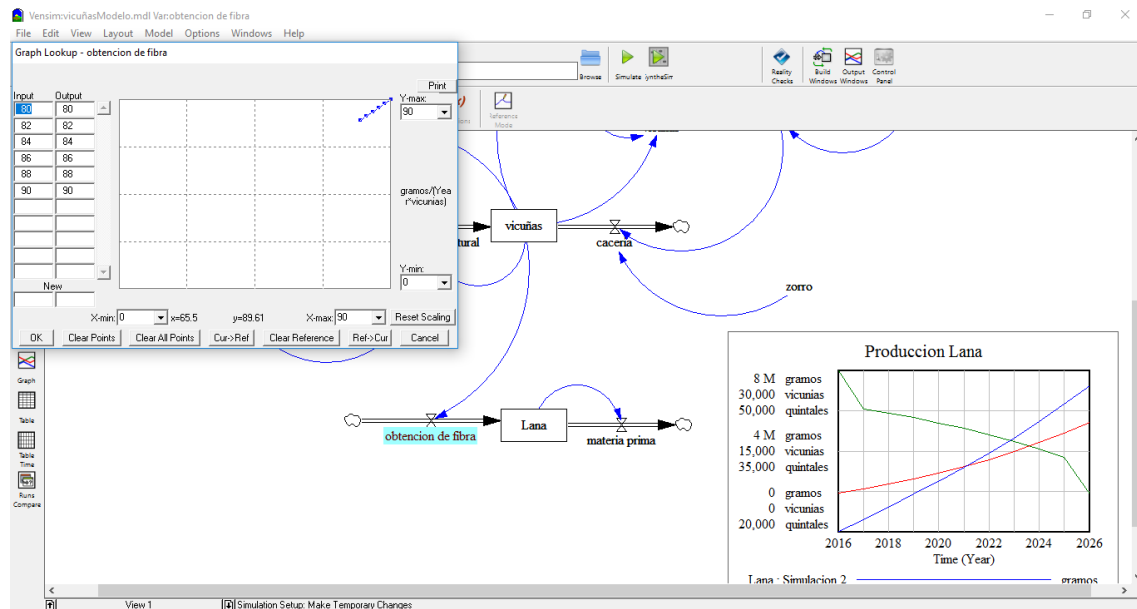


Figura 45: Modificación dinámica de la variable lana
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Realizando los siguientes cambios al modelo, uno de ellos que ya realizamos en la simulación 2, donde cambiamos el factor de pasto por vicuñas de 7 a 24, eso se realiza modificando las vicuñas introducidas al inicio con un número menor. Y la obtención de fibra al tope de lo que puede producir una vicuña en un año, creamos un with lookup donde colocamos los rangos en los cuales puede producir la vicuña fibra desde 80 hasta 90 en un año. Es decir, creamos un rango donde puede variar la producción de fibra.

Nuestra gráfica cambia, mostrando mayor estabilidad en el pasto y una ligera separación entre las vicuñas y la lana. Esto es evidente pues no existe el mismo número de vicuñas

debido al cambio realizado, sin embargo, eso no cambia la producción en gramos de lana.

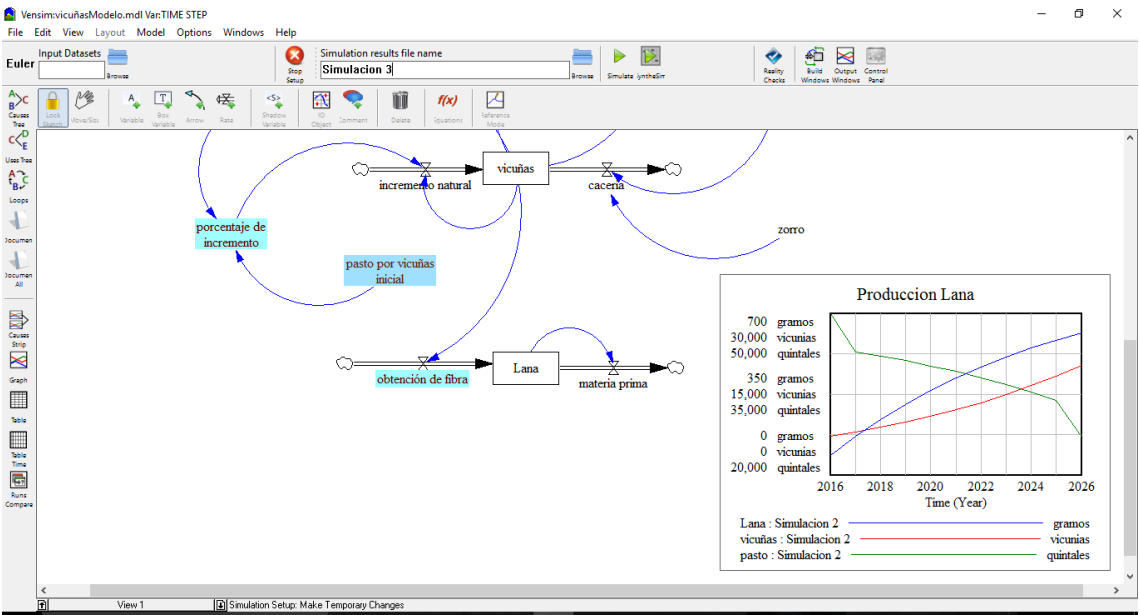


Figura 46: Modificación de la producción de lana
Fuente: (Cuadrado, 2017)

Conclusiones

La recolección de datos y cifras en la elaboración de un modelo de simulación requiere una investigación no solo de los números, sino que también necesitan una interpretación racional y lógica para un análisis descriptivo de la situación, como es en este tema de una reserva ecológica.

El modelo tiene un comportamiento dinámico pues puede cambiarse sus condiciones en tiempo de simulación para crear escenarios de predicción, sin embargo, estos escenarios deben tener cierta lógica. Pues como decía anteriormente es preferible y más sensato disminuir el número de vicuñas iniciales que pensar en aumentar el tamaño de la reserva, puesto que podría llevar más tiempo la disponibilidad del espacio requerido.

Se logró analizar y comprobar que es preferible para una reserva ecológica tener una preservación de su equilibrio medio ambiental que aumentar desmedidamente la productividad de vicuñas. Para mejor la productividad se pesó mejor en un aumento de la reserva o un cambio de las vicuñas iniciales. Sin embargo, esa logística sería diferente a las condiciones del modelo real inicial.

Se evidencia que la producción de lana por vicuña depende de la cantidad que haya en disponibilidad en la reserva, para lo cual factores como el crecimiento exponencial, el control por parte de un depredador, la producción al año de lana por vicuña y el espacio donde se encuentran pueden modificarse dependiendo de las posibilidades, y esto permitirá aumentar la producción a favor de una industria.

Respecto al software utilizado este provee una serie de funcionalidades que permite usar datos agrupados, que pueden simular modelos, los cuales dan la posibilidad de un manejo dinámico de los factores entre las variables de almacenamiento, variables de flujo y variables auxiliares.

El uso de Vensim permite generar tablas, información y gráficos especiales, como IO Object con los cuales se puede interpretar posibles decisiones y cambios de las condiciones tanto iniciales en el modelo, como los factores diferentes a sus valores establecidos.

Para el diseño del modelo creado se utilizó la metodología de modelado de sistemas dinámicos, en el cual se toma en cuenta el conjunto de elementos que van interactuar, el comportamiento del sistema utilizando diagramas de flujo y que tipo de variables afectarán el sistema a realizar. Como nuestro modelo es dinámico se utilizaron una serie de cifras agrupadas las cuales determinaban la tendencia y el comportamiento de determinadas especies, en nuestro caso las vicuñas, los zorros, el pasto, la lana, entre otros.

Nuestro modelo de sistemas dinámico, se basó en ecuaciones que eran descritas por valores y cifras ingresadas en gráficas predictivas, usando la funcionalidad de with lookup las cuales cambiaban según el tiempo de la simulación.

Recomendaciones

Se debe tener a consideración que la herramienta Vensim proporciona datos en simulación utilizando cifras descriptivas y tendencias de comportamiento, como el de la cacería de vicuñas por parte de los zorros. Es decir que los datos pueden variar según los factores introducidos al inicio del modelo.

El equilibrio ecológico que presenta la reserva puede ser natural al introducir un depredador donde sin importar que tanto aumenten las vicuñas, el depredador también puede adaptarse a su crecimiento contante, preservando la sostenibilidad de la reserva y sus recursos naturales.

Para visualizar un escenario diferente se necesitaría no solo investigar los datos referentes a vegetación y fauna, también se podría pensar en datos climatológicos, sociales y económicos, donde intervendría las cifras de los pobladores de las cercanías aledañas a la reserva. Sin embargo, esto puede ser material para una investigación subsiguiente a la presente elaborada.

Una buena propuesta para una posible segunda edición del modelo, es utilizar otro tipo de herramienta que maneje Inteligencia de Negocios, de esta manera podemos estructurar la información extraída y alojarla en fuentes externas como la nube, para de esta forma proveer un mejor canal de información. Y sea requerido por empresarios interesados en la comercialización de productos textiles. Sin embargo, para esta migración se debe concentrar datos estructurados y no solo datos iniciales.

Bibliografía

- Agencia Pública de noticias del Ecuador y Sur américa . (22 de febrero de 2017). *Andes*.
Obtenido de Andes: <http://www.andes.info.ec/es/noticias/reserva-produccion-fauna-chimborazo-es-lugar-magico-contactarse-naturaleza.html>
- Agronomes Vétérinaires Sans Frontières. (2013). *Comportamiento Mundial de la fibra de Alpaca*. AVSF-Bolivia.
- Andean Products. (Octubre de 2006). *PRODUCCIÓN TEXTIL DE FIBRAS DE CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS EN EL ÁREA ALTOANDINA DE BOLIVIA, ECUADOR Y PERÚ*.
Obtenido de PRODUCCIÓN TEXTIL DE FIBRAS DE CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS EN EL ÁREA ALTOANDINA DE BOLIVIA, ECUADOR Y PERÚ: http://www.unido.org/fileadmin/import/58563_camelidos_final.pdf
- Clinamen, A. (2004). *Safaris y Expediciones* . Obtenido de Safaris y Expediciones :
<http://www.clinamen.cl/Nortegrande/Camelidos.htm>
- DigitalZ. (2011). *Vicuña Perú*. Obtenido de Vicuña Perú :
<http://animalesdelperu1.blogspot.com/2011/07/vicuna-peru.html>
- Escuela Superior Politécnica del Litoral. (2003). *Proyecto de produccion y comercialización de fibra de alpaca y llama*. Obtenido de Proyecto de produccion y comercialización de fibra de alpaca y llama:
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3813/1/6340.pdf>
- IBCE. (2009). *Perfil de mercado vicuña*. Obtenido de Perfil de mercado vicuña:
http://ibce.org.bo/images/estudios_mercado/res_perfil_vicunaCB06.pdf
- IBM. (2017). *Predictive analytics*. Obtenido de Predictive analytics:
<http://www.ibm.com/analytics/ec/es/technology/predictive->

analytics.html?S_PKG=&cm_mmc=Search_Google-_ILA_AR_-
cognos+bi_Exact_&cm_mmca1=000005FF&cm_mmca2=10002486&mkwid=d1d412b
2-72c0-423b-8c51-0a4c5a92dc47|996|841

Márquez, C. (3 de abril de 2016). Chimborazo Un paraíso gracias a las alpacas. *Tendencias*,
pág. 2.

Microsoft. (2017). *Power BI*. Obtenido de Power BI: <https://powerbi.microsoft.com/es-es/>

Ministerio del Ambiente. (2013). *Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, 26 años de
protección*. Obtenido de Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, 26 años de
protección: [http://www.ambiente.gob.ec/reserva-de-produccion-de-fauna-chimborazo-
26-anos-de-proteccion/](http://www.ambiente.gob.ec/reserva-de-produccion-de-fauna-chimborazo-26-anos-de-proteccion/)

Ministerio del Ambiente. (2015). *Sistema Nacional de Áreas Protegidas*. Obtenido de Sistema
Nacional de Áreas Protegidas: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/documentos>

OMS. (Agosto de 2014). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de Organizacion
Mundial de la Salud: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>

Vargas, T. (26 de junio de 2012). *Lugares Turísticos de Bolívar*. Obtenido de Lugares Turísticos
de Bolívar: [http://bolivarguranda.blogspot.com/2012/06/arenal-y-la-reserva-de-
produccion-de.html](http://bolivarguranda.blogspot.com/2012/06/arenal-y-la-reserva-de-produccion-de.html)

VARGAS, V. C. (2013-2015). LOS CAMÉLIDOS EN LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE
FAUNA CHIMBORAZO. *ESTUDIOS SOCIO AMBIENTALES* (pág. 100). Riobamba:
LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES.

Vensim. (2016). *Vensim Ventana System*. Obtenido de Vensim Ventana System:
<http://www.vensim.com/documentation/index.html?models.htm>

Ventana Systems Inc. (2015). *Vensim*. Obtenido de Vensim: <http://vensim.com/vensim-software/modeling-the-real-world>